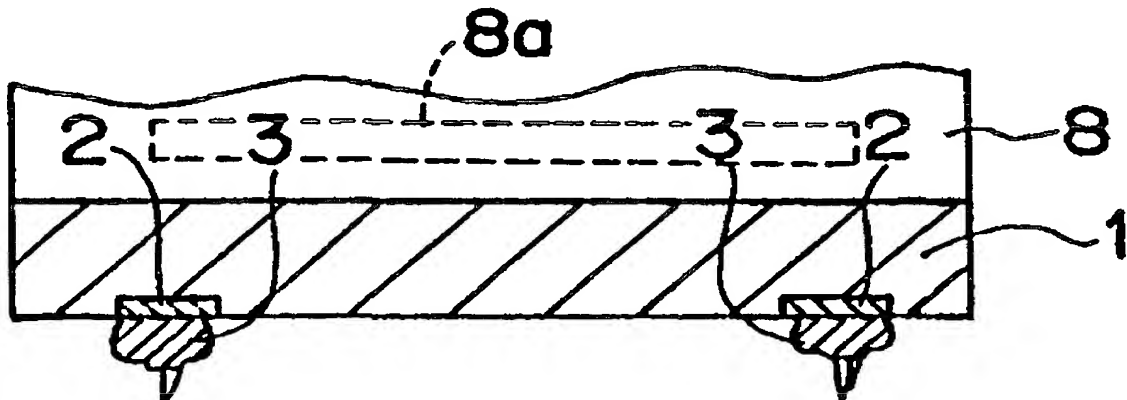


<p>(51) 国際特許分類7 H01L 21/60</p>	<p>A1</p>	<p>(11) 国際公開番号 WO00/45430</p> <p>(43) 国際公開日 2000年8月3日 (03.08.00)</p>
<p>(21) 国際出願番号 PCT/JP00/00372</p> <p>(22) 国際出願日 2000年1月26日 (26.01.00)</p> <p>(30) 優先権データ 特願平11/21800 ✓ 1999年1月29日 (29.01.99) JP 特願平11/22015 ✓ 1999年1月29日 (29.01.99) JP</p> <p>(71) 出願人 (米国を除くすべての指定国について) 松下電器産業株式会社 (MATSUSHITA ELECTRIC INDUSTRIAL CO., LTD.) [JP/JP] 〒571-8501 大阪府門真市大字門真1006番地 Osaka, (JP)</p> <p>(72) 発明者 ; および (75) 発明者 / 出願人 (米国についてのみ) 西田一人 (NISHIDA, Kazuto) [JP/JP] 〒576-0053 大阪府交野市郡津1-1-128 Osaka, (JP) 西川英信 (NISHIKAWA, Hidenobu) [JP/JP] 〒571-0038 大阪府門真市柳田町23-3-203 Osaka, (JP) 和田義則 (WADA, Yoshinori) [JP/JP] 〒565-0854 大阪府吹田市桃山台4丁目3-10-811 Osaka, (JP) 大谷博之 (OTANI, Hiroyuki) [JP/JP] 〒630-0141 奈良県生駒市ひかりが丘3-5-11 Nara, (JP)</p>		<p>(74) 代理人 青山 葆, 外 (AOYAMA, Tamotsu et al.) 〒540-0001 大阪府大阪市中央区城見1丁目3番7号 IMPビル 青山特許事務所 Osaka, (JP)</p> <p>(81) 指定国 CN, KR, US, 欧州特許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE)</p> <p>添付公開書類 国際調査報告書</p>

(54) Title: ELECTRONIC PARTS MOUNTING METHOD AND DEVICE THEREFOR

(54) 発明の名称 電子部品の実装方法及びその装置



(57) Abstract

A bump (3) is aligned with a substrate electrode (5) in an insulating resin with an anisotropic conductive layer (10) containing conductive particles (10a) and inorganic fillers (6f) interposed therebetween, and a head (8) presses a chip (1) against a substrate (4) at a pressing force of at least 20 gf per bump to correct the warps of the chip and the substrate and join the chip and the substrate together while the bump is crushed and the insulating resin is hardened.

絶縁性樹脂中に導電粒子 10 a と無機フィラー 6 f を含む異方性導電層 10 を介在させつつバンプ 3 と基板電極 5 を位置合わせし、ヘッド 8 によりチップ 1 を基板 4 に 1 バンプあたり 20 gf 以上の加圧力により押圧して、チップと基板の反り矯正、バンプを押しつぶしつつ絶縁性樹脂を硬化しチップと基板を接合する。

PCTに基づいて公開される国際出願のパンフレット第一頁に掲載されたPCT加盟国を同定するために使用されるコード(参考情報)

AE	アラブ首長国連邦	DM	ドミニカ	KZ	カザフスタン	RU	ロシア
AG	アンティグア・バーブーダ	DZ	アルジェリア	LC	セントルシア	SD	スーダン
AL	アルバニア	EE	エストニア	LI	リヒテンシュタイン	SE	スウェーデン
AM	アルメニア	ES	スペイン	LK	スリ・ランカ	SG	シンガポール
AT	オーストリア	FI	フィンランド	LR	リベリア	SI	スロヴェニア
AU	オーストラリア	FR	フランス	LS	レソト	SK	スロヴァキア
AZ	アゼルバイジャン	GA	ガボン	LT	リトアニア	SL	シエラ・レオネ
BA	ボスニア・ヘルツェゴビナ	GB	英国	LU	ルクセンブルグ	SN	セネガル
BB	バルバドス	GD	グレナダ	LV	ラトヴィア	SZ	スワジランド
BE	ベルギー	GE	グルジア	MA	モロッコ	TD	チャード
BF	ブルキナ・ファソ	GH	ガーナ	MC	モナコ	TG	トーゴ
BG	ブルガリア	GM	ガンビア	MD	モルドヴァ	TJ	タジキスタン
BJ	ベナン	GN	ギニア	MG	マダガスカル	TM	トルクメニスタン
BR	ブラジル	GR	ギリシャ	MK	マケドニア旧ユーゴスラヴィア	TR	トルコ
BY	ベラルーシ	GW	ギニア・ビサオ		共和国	TT	トリニダード・トバゴ
CA	カナダ	HR	クロアチア	ML	マリ	TZ	タンザニア
CF	中央アフリカ	HU	ハンガリー	MN	モンゴル	UA	ウクライナ
CG	コンゴ	ID	インドネシア	MR	モーリタニア	UG	ウガンダ
CH	スイス	IE	アイルランド	MW	マラウイ	US	米国
CI	コートジボアール	IL	イスラエル	MX	メキシコ	UZ	ウズベキスタン
CM	カメルーン	IN	インド	MZ	モザンビーク	VN	ヴェトナム
CN	中国	IS	アイスランド	NE	ニジェール	YU	ユーゴスラヴィア
CR	コスタ・リカ	IT	イタリア	NL	オランダ	ZA	南アフリカ共和国
CU	キューバ	JP	日本	NO	ノルウェー	ZW	ジンバブエ
CY	キプロス	KE	ケニア	NZ	ニュージーランド		
CZ	チェッコ	KG	キルギスタン	PL	ポーランド		
DE	ドイツ	KP	北朝鮮	PT	ポルトガル		
DK	デンマーク	KR	韓国	RO	ルーマニア		

明 細 書

電子部品の実装方法及びその装置

5 技術分野

本発明は、電子回路用プリント基板（本明細書では、代表例として「基板」と称するが、この「基板」にはインタポーザや電子部品が装着される他の部品などの被装着体を意味する。）に電子部品例えばＩＣチップや表面弾性波（ＳＡＷ）デバイスなどを単体（ＩＣチップの場合にはベアＩＣ）状態で実装する回路基板への電子部品の実装方法及びその装置及び上記実装方法により上記電子部品が上記基板に実装された電子部品ユニットに関するものである。

背景技術

今日、電子回路基板は、あらゆる製品に使用されるようになり、日増しにその性能が向上し、回路基板上で用いられる周波数も高くなっており、インピーダンスが低くなるフリップチップ実装は高周波を使用する電子機器に適した実装方法となっている。また、携帯機器の増加から、回路基板にＩＣチップをパッケージではなく裸のまま搭載するフリップチップ実装が求められている。このために、ＩＣチップそのまま単体で回路基板に搭載したときのＩＣチップや、電子機器及びフラットパネルディスプレイへ実装したＩＣチップには、一定数の不良品が混在している。また、上記フリップチップ以外にもＣＳＰ（Chip Size Package）、ＢＧＡ（Ball Grid Array）等が用いられるようになってきている。

従来の電子機器の回路基板へＩＣチップを接合する方法（従来例１）としては特公平０６－６６３５５号公報等により開示されたものがある。これを図１５に示す。図１５に示すように、バンプ７３を形成したＩＣチップ７１にＡｇペースト７４を転写して回路基板７６の電極７５に接続したのちＡｇペースト７４を硬化し、その後、封止材７８をＩＣチップ７１と回路基板７６の間に流

し込む方法が一般的に知られている。

また、液晶ディスプレイに I C チップを接合する方法（従来例 2）として、
図 1 6 に示される特公昭 6 2 - 6 6 5 2 号公報のように、異方性導電フィルム
8 0 を使用するものであって、絶縁性樹脂 8 3 中に導電性微片 8 2 を加えて構
成する異方性導電接着剤層 8 1 をセパレータ 8 5 から剥がして基板や液晶ディ
スプレイ 8 4 のガラスに塗布し、I C チップ 8 6 を熱圧着することによって、
Au バンプ 8 7 の下以外の I C チップ 8 6 の下面と基板 8 4 の間に上記異方性
導電接着剤層 8 1 が介在している半導体チップの接続構造が、一般に知られて
いる。

従来例 3 としては、UV 硬化樹脂を基板に塗布し、その上に I C チップをマ
ウントし加圧しながら、UV 照射することにより両者の間の樹脂を硬化し、そ
の収縮力により両者間のコンタクトを維持する方法が、知られている。

このように、I C チップを接合するには、フラットパッケージのような I C
チップをリードフレーム上にダイボンディングし、I C チップの電極とリード
フレームをワイヤボンドしてつなぎ、樹脂成形してパッケージを形成した後に、
クリームハンダを回路基板に印刷し、その上にフラットパッケージ I C を搭載
しリフローするという工程を行うことにより、上記接合が行われていた。これ
らの SMT (Surface Mount Technology) といわれる工法では、I C をパッケージにする工程が長く、I C 部品の生産に時間を要
し、また、回路基板を小型化するのが困難であった。例えば I C チップは、フ
ラットパックに封止された状態では、I C チップの約 4 ~ 1 0 倍程度の面積を
必要とするため、小型化を妨げる要因となっていた。

これに対し、工程の短縮と小型軽量化の為に I C チップを裸の状態でダイレ
クトに基板に搭載するフリップチップ工法が最近では用いられるようになって
きた。このフリップチップ工法は、I C チップへのバンプ形成、バンプレベリ
ング、Ag・Pd ペースト転写、実装、検査、封止樹脂による封止、検査とを
行うスタッド・バンプ・ボンディング (SBB) や、I C チップへのバンプ形
成と基板への UV 硬化樹脂塗布とを並行して行い、その後、実装、樹脂の UV

硬化、検査を行うUV樹脂接合のような多くの工法が開発されている。

ところが、どの工法においてもICチップの bumps と基板の電極を接合するペーストの硬化や封止樹脂の塗布硬化に時間がかかり生産性が悪いという欠点を有していた。また、回路基板として、反り量を管理されたセラミックやガラスを用いる必要があり、高価となる欠点を有していた。

また、従来例1のような導電性ペーストを接合材に用いる工法においては、その転写量を安定化するために、ICチップの bumps はレベリングして、平坦化してから用いる必要があった。

また、従来例2のような異方性導電接着剤による接合構造においては、回路基板の基材としてガラスを用いるものが開発されているが、ICチップ側電極と基板側電極との間の電氣的導通のために導電粒子を両電極間に挟み込む必要があるため、導電性接着剤中の導電粒子を均一に分散することが必要となるが、導電性接着剤中の導電粒子を均一に分散することが困難であり、粒子の分散異常によりショートの原因になったり、導電性接着剤が高価であったり、 bumps の高さをそろえる為に、ICチップの電極の bumps は電気メッキにより形成しなければならなかったりした。

また、従来例3のようにUV硬化樹脂を用いて接合する方法においては、 bumps の高さバラツキを ± 1 (μm) 以下にしなければならず、また、樹脂基板（ガラスエポキシ基板）等の平面度の悪い基板には接合することができないといった問題があった。また、ハンダを用いる方法においても、接合後に基板とICチップの熱膨張収縮差を緩和する為に封止樹脂を流し込み硬化する必要があった。この樹脂封止の硬化には、2～8時間の時間を必要とし、生産性がきわめて悪いといった問題があった。

従って、本発明の目的は、上記問題を解決することによって、回路基板と電子部品を接合した後に、電子部品と基板の間に流し込む封止樹脂工程や bumps の高さを一定に揃える bumps レベリング工程を必要とせず、導電粒子を有する異方性導電層を介在させて電子部品を基板に生産性良くかつ高信頼性で接合する回路基板への電子部品の実装方法及び装置及び上記実装方法により上記電子

部品が上記基板に実装された電子部品ユニットを提供することにある。

発明の開示

上記目的を達成するために、本発明は以下のように構成する。

- 5 本発明の第1態様によれば、ワイヤボンディングと同様に金属線の先端に電気スパークによりボールを形成し、上記形成されたボールをキャピラリーにより電子部品の電極に超音波熱圧着してバンプを形成し、

- 10 無機フィラーを配合した絶縁性樹脂に導電粒子を配合した異方性導電層を介在させながら、上記電子部品の上記電極と回路基板の電極とを位置合わせして上記電子部品を上記基板に搭載し、

- その後、上記電子部品側から加熱しながら、又は基板側から加熱しながら、又は、上記電子部品側と上記基板側の両方から加熱しながら、ツールにより上記電子部品を上記回路基板に1バンプあたり20 g f以上の加圧力により押圧し、上記基板の反りの矯正と上記バンプを押しつぶしながら、上記電子部品と
15 上記回路基板の間に介在する上記異方性導電層の上記絶縁性樹脂を硬化して、上記電子部品と上記回路基板を接合して上記電子部品の上記電極と上記回路基板の上記電極を電氣的に接続する電子部品の実装方法を提供する。

- 本発明の第2態様によれば、上記バンプを形成したのち、上記異方性導電層を介在させながら、上記電子部品の上記電極と上記回路基板の上記電極とを位置合わせして上記電子部品を上記基板に搭載する前に、
20 上記形成されたバンプを、一度、20 g f以下の荷重で押圧して上記バンプのネック部分の倒れを防止するように先端を整えるようにした第1態様に記載の電子部品の実装方法を提供する。

- 上記形成されたバンプを、一度、20 g f以下の荷重で押圧して上記バンプのネック部分の倒れを防止するように先端を整えるようにした第1態様に記載の電子部品の実装方法を提供する。

- 本発明の第3態様によれば、上記異方性導電層の上記絶縁性樹脂が絶縁性熱硬化性エポキシ樹脂であり、この絶縁性熱硬化性エポキシ樹脂に配合する上記
25 無機フィラーの量は上記絶縁性熱硬化性エポキシ樹脂の5～90 wt %である第1又は2態様に記載の電子部品の実装方法を提供する。

 本発明の第4態様によれば、上記異方性導電層の上記絶縁性樹脂は当初上記

基板に塗布する際に液体であり、上記基板に塗布後、上記基板を炉内に入れて上記塗布された絶縁性樹脂の液体を硬化させることにより、又は、加熱されたツールにより上記塗布された絶縁性樹脂の液体を押圧することにより、半固体化したのち、上記電子部品を上記基板に搭載する第1～3のいずれかの態様に記載の電子部品の実装方法を提供する。

本発明の第5態様によれば、ワイヤボンディングと同様に金属線の先端に電気スパークによりボールを形成し、上記形成されたボールをキャピラリーにより電子部品の電極に超音波熱圧着して金バンプを形成し、

上記形成されたバンプをレベリングせずに、無機フィラーを配合した絶縁性樹脂に導電粒子を配合した異方性導電層を介在させながら、上記電子部品の上記電極と回路基板の電極とを位置合わせして上記電子部品を上記基板に搭載し、

その後、ツールにより上記電子部品の上面側から荷重を印加して上記金バンプのネック部分の倒れを防止するように先端を整えとともに超音波を印加して上記金バンプと上記基板の上記電極とを金属接合し、

次に、上記電子部品の上記上面側から加熱しながら、又は、上記基板側から加熱しながら、又は、上記電子部品側と上記基板側の両方から加熱しながら、上記電子部品を上記回路基板に1バンプあたり20 g f以上の加圧力により押圧し、上記基板の反りの矯正と上記バンプを押しつぶしながら、上記電子部品と上記回路基板の間に介在する上記異方性導電層の上記絶縁性樹脂を硬化して、上記電子部品と上記回路基板を接合して上記電子部品の上記電極と上記回路基板の上記電極を電氣的に接続する電子部品の実装方法を提供する。

本発明の第6態様によれば、上記電子部品は複数の電極を有し、上記位置合わせの前に、上記回路基板に、上記異方性導電層として、上記電子部品の上記複数の電極を結んだ外形寸法より小さい形状寸法の固形の異方性導電膜シートを貼り付けたのち上記位置合わせを行い、上記接合においては、上記異方性導電膜シートを加熱しながら、上記電子部品を上記回路基板に加圧押圧して、上記回路基板の反りの矯正を同時に行いながら、上記電子部品と上記回路基板の間に介在する上記絶縁性樹脂を硬化して、上記電子部品と上記回路基板を接合

するようにした第 1 ～ 5 のいずれかの態様に記載の電子部品の実装方法を提供する。

本発明の第 7 態様によれば、上記バンプを上記電子部品上に形成する際にワイヤボンディングと同様に金属線の先端に電気スパークにより金ボールを形成するとき、チャムファー角を 100° 以下とし、かつ、上記金ボールと接する部分に平らな部位を設けない先端形状を有する上記キャピラリーにより、先端が大略円錐状の上記金バンプを上記電子部品の上記電極に形成する第 1 ～ 6 のいずれかの態様に記載の電子部品の実装方法を提供する。

本発明の第 8 態様によれば、ワイヤボンディングと同様に金属線の先端に電気スパークによりボールを形成し、上記形成されたボールをキャピラリーにより電子部品の電極にバンプを形成し、

上記形成されたバンプをレベリングせずに、無機フィラーを配合した絶縁性樹脂に導電粒子を配合した異方性導電層を介在させながら、上記電子部品の上記電極と回路基板の電極とを位置合わせして上記電子部品を上記基板に搭載し、

その後、所定温度に加熱されたツールにより上記電子部品の上面から加熱しながら、加圧力として上記電子部品を上記回路基板に圧力 P_1 により押圧して上記基板の反りの矯正を行いながら、上記電子部品と上記回路基板の間に介在する上記異方性導電層の上記絶縁性樹脂を硬化し、

その後、所定時間後、上記加圧力を上記圧力 P_1 より低い圧力 P_2 に降下させて上記異方性導電層の上記絶縁性樹脂の硬化時の応力を緩和しながら、上記電子部品と上記回路基板を接合して上記電子部品の上記電極と上記回路基板の上記電極を電氣的に接続する電子部品の実装方法を提供する。

本発明の第 9 態様によれば、上記圧力 P_1 は $20 \text{ gf} / \text{バンプ}$ 以上、上記圧力 P_2 は上記圧力 P_1 の $1/2$ 以下とする第 8 態様に記載の電子部品の実装方法を提供する。

本発明の第 10 態様によれば、無機フィラーを配合した絶縁性樹脂に導電粒子を配合した異方性導電層を、回路基板の電極又は電子部品に貼り付ける装置と、

上記電子部品の電極にワイヤボンディングと同様に金属線の先端に電気スパークによりボールを形成し、これをキャピラリーにより上記基板の上記電極に超音波熱圧着して形成してレベリングしないバンプを形成する装置と、

上記電子部品を上記回路基板の上記電極に位置合わせして搭載する装置と、

5 ツールにより、加熱しながら、上記電子部品を上記回路基板に1バンプあたり20gf以上の加圧力により押圧し、上記基板の反りの矯正を行いながら、上記電子部品と上記回路基板の間に介在する上記異方性導電層の上記絶縁性樹脂を硬化して、上記電子部品と上記回路基板を接合して上記電子部品の上記電極と上記回路基板の上記電極を電氣的に接続する装置とを備える電子部品の実装装置を提供する。

本発明の第11態様によれば、無機フィラーを配合した絶縁性樹脂に導電粒子を配合した異方性導電層を、回路基板の電極又は電子部品に貼り付ける装置と、

15 上記電子部品の電極にワイヤボンディングと同様に金属線の先端に電気スパークによりボールを形成し、これをキャピラリーにより上記基板の上記電極に超音波熱圧着して形成してレベリングしない金バンプを形成する装置と、

上記電子部品を上記回路基板の上記電極に位置合わせして搭載する装置と、

20 ツールにより上記電子部品の上面から荷重を印加して上記金バンプのネック部分の倒れを防止するように先端を整えるとともに超音波を印加して上記金バンプと上記基板の上記電極とを金属接合する装置と、

25 ツールにより加熱しながら、上記電子部品を上記回路基板に1バンプあたり20gf以上の加圧力により押圧し、上記基板の反りの矯正を行うとともに上記バンプを押しつぶしながら、上記電子部品と上記回路基板の間に介在する上記異方性導電層の上記絶縁性樹脂を硬化して、上記電子部品と上記回路基板を接合して上記電子部品の上記電極と上記回路基板の上記電極を電氣的に接続する装置とを備える電子部品の実装装置を提供する。

本発明の第12態様によれば、上記金ボールを形成する装置は、上記金ボールと接する部分に平らな部位を設けない先端形状を有するとともにチャムフア

一角が 100° 以下となる上記キャピラリーを有して、該キャピラリーにより、先端が大略円錐状の上記金バンプを上記電子部品の上記電極に形成する第10～11態様のいずれかに記載の電子部品の実装装置を提供する。

5 本発明の第13態様によれば、無機フィラーを配合した絶縁性樹脂に導電粒子を配合した異方性導電層を回路基板又は電子部品に貼り付ける装置と、

上記電子部品の電極にワイヤボンディング同様に金属線の先端に電気スパークによりボールを形成し、これをキャピラリーにより上記基板の上記電極に形成してレベリングしないバンプを形成する装置と、

上記電子部品を上記回路基板の上記電極に位置合わせして搭載する装置と、

10 所定温度に加熱されたツールにより、上記電子部品の上面から加熱しながら、加圧力として上記電子部品を上記回路基板に圧力P1により押圧して上記基板の反りの矯正を行いながら、上記電子部品と上記回路基板の間に介在する上記絶縁性樹脂を硬化し、その後、所定時間後、上記加圧力を上記圧力P1より低い圧力P2に降下させて上記異方性導電層の上記絶縁性樹脂の硬化時の応力を緩和しながら上記電子部品と上記回路基板を接合して上記電子部品の上記電極と上記回路基板の上記電極を電氣的に接続する装置とを備える電子部品の実装装置を提供する。

20 本発明の第14態様によれば、上記異方性導電層の上記絶縁性樹脂に配合する上記無機フィラーの平均粒径が $3\mu\text{m}$ 以上である第1～3のいずれかの態様に記載の電子部品の実装方法を提供する。

25 本発明の第15態様によれば、上記異方性導電層の上記絶縁性樹脂に配合する上記無機フィラーは、複数の異なる平均粒径を持つ少なくとも2種類の無機フィラーであって、上記少なくとも2種類の無機フィラーのうち的一方の無機フィラーの平均粒径は、上記少なくとも2種類の無機フィラーのうちの他方の無機フィラーの平均粒径の2倍以上異なっている第1～3、14のいずれかの態様に記載の電子部品の実装方法を提供する。

本発明の第16態様によれば、上記異方性導電層は、上記電子部品又は上記基板のいずれか一方に接触する部分が、他の部分よりも上記無機フィラー量が

少ないようにした第 1 ～ 3, 14, 15 のいずれかの態様に記載の電子部品の実装方法を提供する。

5 本発明の第 17 態様によれば、上記異方性導電層は、上記電子部品及び上記基板にそれぞれ接触する部分が、他の部分よりも上記無機フィラー量が少ないようにした第 16 態様に記載の電子部品の実装方法を提供する。

本発明の第 18 態様によれば、電子部品の電極に形成されたバンプを、絶縁性樹脂に無機フィラーが配合されかつ硬化された異方性導電層を介在させかつ上記バンプが押しつぶされた状態で、回路基板の電極に接合されて上記電子部

10 品の上記電極と上記回路基板の上記電極を電氣的に接続しており、
上記異方性導電層は、上記電子部品又は上記基板のいずれか一方に接触する部分が、他の部分よりも上記無機フィラー量が少ないようにした電子部品ユニットを提供する。

本発明の第 19 態様によれば、電子部品の電極に形成されたバンプを、絶縁性樹脂に無機フィラーが配合されかつ硬化された異方性導電層を介在させかつ
15 上記バンプが押しつぶされた状態で、回路基板の電極に接合されて上記電子部品の上記電極と上記回路基板の上記電極を電氣的に接続しており、

上記異方性導電層は、上記電子部品又は上記基板のいずれか一方に接触する部分に位置されかつ上記絶縁性樹脂と同一の絶縁性樹脂に上記無機フィラーを配合した第 1 樹脂層と、上記第 1 樹脂層に接触し、かつ、上記第 1 樹脂層より
20 も上記無機フィラー量が少ない絶縁性樹脂で構成される第 2 樹脂層とを備える電子部品ユニットを提供する。

本発明の第 20 態様によれば、上記バンプはめっき又は印刷により形成したバンプである第 1 ～ 9, 14 ～ 17 のいずれかの態様に記載の電子部品の実装方法を提供する。

25 本発明の第 21 態様によれば、上記バンプはめっき又は印刷により形成したバンプである第 18, 19 のいずれかの態様に記載の電子部品ユニットを提供する。

本発明の第 22 態様によれば、上記異方性導電層は、上記無機フィラーを配

合した固形の絶縁性樹脂に、上記無機フィラーの平均粒径より大きい平均直径を有する導電粒子を配合した第1～9, 14～17, 20のいずれかの態様に記載の電子部品の実装方法を提供する。

5 本発明の第23態様によれば、上記異方性導電層は、上記無機フィラーを配合した固形の絶縁性樹脂に、上記無機フィラーの平均粒径がより大きい平均直径を有する導電粒子を配合した第10～12のいずれかの態様に記載の電子部品の実装装置を提供する。

10 本発明の第24態様によれば、上記異方性導電層は、上記無機フィラーを配合した固形の絶縁性樹脂に、上記無機フィラーの平均粒径がより大きい平均直径を有する導電粒子を配合した第18, 19, 21のいずれかの態様に記載の電子部品ユニットを提供する。

本発明の第25態様によれば、ワイヤボンディングと同様に金属線の先端に電気スパークによりボールを形成し、上記形成されたボールをキャピラリーにより電子部品の電極に超音波熱圧着してバンプを形成し、

15 上記形成されたバンプをレベリングせずに、絶縁性樹脂に無機フィラーを配合した固体又は半固体の絶縁性樹脂層を介在させながら、上記電子部品の上記電極と回路基板の電極とを位置合わせして上記電子部品を上記基板に搭載し、

その後、上記電子部品側から加熱しながら、又は基板側から加熱しながら、又は、上記電子部品側と上記基板側の両方から加熱しながら、ツールにより上記電子部品を上記回路基板に1バンプあたり20gf以上の加圧力により押圧し、上記基板の反りの矯正と上記バンプを押しつぶしながら、上記電子部品と上記回路基板の間に介在する上記絶縁性樹脂層を硬化して、上記電子部品と上記回路基板を接合して上記電子部品の上記電極と上記回路基板の上記電極を電気的に接続する電子部品の実装方法を提供する。

25 本発明の第26態様によれば、上記バンプを形成したのち、上記絶縁性樹脂に上記無機フィラーを配合した上記固体又は半固体の絶縁性樹脂層を介在させながら、上記電子部品の上記電極と上記回路基板の上記電極とを位置合わせして上記電子部品を上記基板に搭載する前に、

上記形成されたバンプを、一度、20 gf以下の荷重で押圧して上記バンプのネック部分の倒れを防止するように先端を整えるようにした第25態様に記載の電子部品の実装方法を提供する。

5 本発明の第27態様によれば、上記絶縁性樹脂が絶縁性熱硬化性エポキシ樹脂であり、この絶縁性熱硬化性エポキシ樹脂に配合する上記無機フィラーの量は上記絶縁性熱硬化性エポキシ樹脂の5～90 wt %である第25又は26態様に記載の電子部品の実装方法を提供する。

10 本発明の第28態様によれば、ワイヤボンディングと同様に金属線の先端に電気スパークによりボールを形成し、上記形成されたボールをキャピラリーにより電子部品の電極に超音波熱圧着して金バンプを形成し、

上記形成されたバンプをレベリングせずに、絶縁性樹脂に無機フィラーを配合した固体又は半固体の絶縁性樹脂層を介在させながら、上記電子部品の上記電極と回路基板の電極とを位置合わせして上記電子部品を上記基板に搭載し、

15 その後、ツールにより上記電子部品の上面側から荷重を印加して上記金バンプのネック部分の倒れを防止するように先端を整えるとともに超音波を印加して上記金バンプと上記基板の上記電極とを金属接合し、

次に、上記電子部品の上記上面側から加熱しながら、又は、上記基板側から加熱しながら、又は、上記電子部品側と上記基板側の両方から加熱しながら、上記電子部品を上記回路基板に1バンプあたり20 gf以上の加圧力により押圧し、上記基板の反りの矯正と上記バンプを押しつぶしながら、上記電子部品と上記回路基板の間に介在する上記絶縁性樹脂を硬化して、上記電子部品と上記回路基板を接合して上記電子部品の上記電極と上記回路基板の上記電極を電氣的に接続する電子部品の実装方法を提供する。

25 本発明の第29態様によれば、上記電子部品は複数の電極を有し、上記位置合わせの前に、上記回路基板に、上記絶縁性樹脂層として、上記電子部品の上記複数の電極を結んだ外形寸法より小さい形状寸法の固形の絶縁性樹脂シートを貼り付けたのち上記位置合わせを行い、上記接合においては、上記絶縁性樹脂シートを加熱しながら、上記電子部品を上記回路基板に加圧押圧して、上記

回路基板の反りの矯正を同時に行いながら、上記電子部品と上記回路基板の間に介在する上記絶縁性樹脂を硬化して、上記電子部品と上記回路基板を接合するようにした第25～28のいずれかの態様に記載の電子部品の実装方法を提供する。

- 5 本発明の第30態様によれば、上記バンプを上記電子部品上に形成する際にワイヤボンディングと同様に金属線の先端に電気スパークにより金ボールを形成するとき、チャムファー角を 100° 以下とし、かつ、上記金ボールと接する部分に平らな部位を設けない先端形状を有する上記キャピラリーにより、先端が大略円錐状の上記金バンプを上記電子部品の上記電極に形成する第25～
10 29のいずれかの態様に記載の電子部品の実装方法を提供する。

本発明の第31態様によれば、ワイヤボンディングと同様に金属線の先端に電気スパークによりボールを形成し、上記形成されたボールをキャピラリーにより電子部品の電極にバンプを形成し、

- 15 上記形成されたバンプをレベリングせずに、絶縁性樹脂に無機フィラーを配合した固体又は半固体の絶縁性樹脂層を介在させながら、上記電子部品の上記電極と回路基板の電極とを位置合わせして上記電子部品を上記基板に搭載し、

- 20 その後、所定温度に加熱されたツールにより上記電子部品の上面から加熱しながら、加圧力として上記電子部品を上記回路基板に圧力 P_1 により押圧して上記基板の反りの矯正を行いながら、上記電子部品と上記回路基板の間に介在する上記絶縁性樹脂を硬化し、

その後、所定時間後、上記加圧力を上記圧力 P_1 より低い圧力 P_2 に降下させて上記絶縁性樹脂の硬化時の応力を緩和しながら、上記電子部品と上記回路基板を接合して上記電子部品の上記電極と上記回路基板の上記電極を電氣的に接続する電子部品の実装方法を提供する。

- 25 本発明の第32態様によれば、上記圧力 P_1 は 20 gf /バンプ以上、上記圧力 P_2 は上記圧力 P_1 の $1/2$ 以下とする第31態様に記載の電子部品の実装方法を提供する。

本発明の第33態様によれば、絶縁性樹脂に無機フィラーを配合した固体又

は半固体の絶縁性樹脂層を、回路基板の電極又は電子部品に貼り付ける装置と、

上記電子部品の電極にワイヤボンディングと同様に金属線の先端に電気スパークによりボールを形成し、これをキャピラリーにより上記基板の上記電極に超音波熱圧着して形成してレベリングしないバンプを形成する装置と、

- 5 上記電子部品を上記回路基板の上記電極に位置合わせして搭載する装置と、
 ツールにより、加熱しながら、上記電子部品を上記回路基板に1バンプあたり20gf以上の加圧力により押圧し、上記基板の反りの矯正を行いながら、
 上記電子部品と上記回路基板の間に介在する上記絶縁性樹脂を硬化して、上記
10 電子部品と上記回路基板を接合して上記電子部品の上記電極と上記回路基板の
 上記電極を電氣的に接続する装置とを備える電子部品の実装装置を提供する。

本発明の第34態様によれば、絶縁性樹脂に無機フィラーを配合した固体又は半固体の絶縁性樹脂層を、回路基板の電極又は電子部品に貼り付ける装置と、

上記電子部品の電極にワイヤボンディングと同様に金属線の先端に電気スパークによりボールを形成し、これをキャピラリーにより上記基板の上記電極に
15 超音波熱圧着して形成してレベリングしない金バンプを形成する装置と、

 上記電子部品を上記回路基板の上記電極に位置合わせして搭載する装置と、
 ツールにより上記電子部品の上面から荷重を印加して上記金バンプのネック
 部分の倒れを防止するように先端を整えるとともに超音波を印加して上記金バ
 ンプと上記基板の上記電極とを金属接合する装置と、

- 20 ツールにより加熱しながら、上記電子部品を上記回路基板に1バンプあたり
 20gf以上の加圧力により押圧し、上記基板の反りの矯正を行うとともに上
 記バンプを押しつぶしながら、上記電子部品と上記回路基板の間に介在する上
 記絶縁性樹脂を硬化して、上記電子部品と上記回路基板を接合して上記電子部
25 品の上記電極と上記回路基板の上記電極を電氣的に接続する装置とを備える電
 子部品の実装装置を提供する。

本発明の第35態様によれば、絶縁性樹脂に無機フィラーを配合した固体又は半固体の絶縁性樹脂層を回路基板又は電子部品に貼り付ける装置と、

 上記電子部品の電極にワイヤボンディング同様に金属線の先端に電気スパー

クによりボールを形成し、これをキャピラリーにより上記基板の上記電極に形成してレベリングしないバンプを形成する装置と、

上記電子部品を上記回路基板の上記電極に位置合わせして搭載する装置と、

5 所定温度に加熱されたツールにより、上記電子部品の上面から加熱しながら、加圧力として上記電子部品を上記回路基板に圧力 P 1 により押圧して上記基板の反りの矯正を行いながら、上記電子部品と上記回路基板の間に介在する上記絶縁性樹脂を硬化し、その後、所定時間後、上記加圧力を上記圧力 P 1 より低い圧力 P 2 に降下させて上記絶縁性樹脂の硬化時の応力を緩和しながら上記電子部品と上記回路基板を接合して上記電子部品の上記電極と上記回路基板の上記電極を電氣的に接続する装置とを備える電子部品の実装装置を提供する。

10 本発明の第 3 6 態様によれば、上記絶縁性樹脂に配合する上記無機フィラーは、異なる平均粒径を持つ複数種類の無機フィラーである第 2 5 ~ 2 7 のいずれかの態様に記載の電子部品の実装方法を提供する。

15 本発明の第 3 7 態様によれば、上記絶縁性樹脂層は、上記電子部品又は上記基板のいずれか一方に接触する部分が、他の部分よりも上記無機フィラー量が少ないようにした第 2 5 ~ 2 7, 3 6 のいずれかの態様に記載の電子部品の実装方法を提供する。

20 本発明の第 3 8 態様によれば、上記絶縁性樹脂層は、上記電子部品及び上記基板にそれぞれ接触する部分が、他の部分よりも上記無機フィラー量が少ないようにした第 3 7 態様に記載の電子部品の実装方法を提供する。

25 本発明の第 3 9 態様によれば、上記電子部品に接触する部分では、電子部品表面に用いられる膜素材に対して密着性を向上させる絶縁性樹脂を用いる一方、上記基板に接触する部分では、基板表面の材料に対して密着性を向上させる絶縁性樹脂を用いるようにした第 3 7, 3 8 のいずれかの態様に記載の電子部品の実装方法を提供する。

本発明の第 4 0 態様によれば、上記絶縁性樹脂層は、上記電子部品又は上記基板のいずれか一方に接触する部分が、上記無機フィラーを配合しないようにした第 2 5 ~ 2 7, 3 6 のいずれかの態様に記載の電子部品の実装方法を提供

する。

本発明の第4 1 態様によれば、電子部品の電極に形成されたバンプを、絶縁性樹脂に無機フィラーが配合されかつ硬化された絶縁性樹脂層を介在させかつ上記バンプが押しつぶされた状態で、回路基板の電極に接合されて上記電子部

5 品の上記電極と上記回路基板の上記電極を電氣的に接続しており、

上記絶縁性樹脂層は、上記電子部品又は上記基板のいずれか一方に接触する部分が、他の部分よりも上記無機フィラー量が少ない電子部品ユニットを提供する。

本発明の第4 2 態様によれば、電子部品の電極に形成されたバンプを、絶縁性樹脂に無機フィラーが配合されかつ硬化された絶縁性樹脂層を介在させかつ

10 上記バンプが押しつぶされた状態で、回路基板の電極に接合されて上記電子部品の上記電極と上記回路基板の上記電極を電氣的に接続しており、

上記絶縁性樹脂層は、上記電子部品又は上記基板のいずれか一方に接触する部分に位置されかつ上記絶縁性樹脂と同一の絶縁性樹脂に上記無機フィラーを

15 配合した第1 樹脂層と、上記第1 樹脂層に接触し、かつ、上記第1 樹脂層よりも上記無機フィラー量が少ない絶縁性樹脂で構成される第2 樹脂層とを備える電子部品ユニットを提供する。

本発明の第4 3 態様によれば、上記超音波を印加して上記金バンプと上記基板の上記電極とを金属接合するとき、上記電子部品の上記上面側から加熱しながら、又は、上記基板側から加熱しながら、又は、上記電子部品側と上記基板側の両方から加熱するようにした第5 又は2 8 の態様に記載の電子部品の実装方法を提供する。

20

本発明の第4 4 態様によれば、第1 ～ 9, 1 4 ～ 1 7, 2 5 ～ 3 2, 3 6 ～ 4 0, 4 3 のいずれかの態様に記載の電子部品の実装方法により上記電子部品が上記基板に実装された電子部品ユニットを提供する。

25

本発明の第4 5 態様によれば、上記超音波を印加して上記金バンプと上記基板の上記電極とを金属接合する装置は、上記電子部品の上記上面側から、又は、上記基板側から、又は、上記電子部品側と上記基板側の両方から加熱する加熱

部材を備え、上記金属接合時に上記加熱部材により加熱するようにした第 1 1
又は 3 4 の態様に記載の電子部品の実装装置を提供する。

図面の簡単な説明

5 本発明のこれらと他の目的と特徴は、添付された図面についての好ましい実施形態に関連した次の記述から明らかになる。この図面においては、

図 1 A、図 1 B、図 1 C、図 1 D、図 1 E、図 1 F、図 1 G は、それぞれ本発明の第 1 実施形態にかかる回路基板への電子部品例えば I C チップの実装方法を示す説明図であり、

10 図 2 A、図 2 B は、それぞれ第 1 実施形態にかかる回路基板への電子部品例えば I C チップの実装方法において、熱硬化性樹脂中の無機フィラーが接合開始当初に熱硬化性樹脂中に入り込んできた尖っているバンプによりバンプ外側方向へ押し出される状態を示す説明図、及び、図 2 C はバンプと基板電極の間に無機フィラーが入り込まない状態を示す説明図であり、

15 図 3 A、図 3 B、図 3 C、図 3 D、図 3 E、図 3 F、図 3 G は、それぞれ本発明の第 1 実施形態における実装方法において、I C チップのワイヤボンダーを用いたバンプ形成工程を示す説明図であり、

図 4 A、図 4 B、図 4 C は、それぞれ本発明の第 1 実施形態にかかる実装方法において、回路基板と I C チップの接合工程を示す説明図であり、

20 図 5 A、図 5 B、図 5 C は、それぞれ本発明の第 1 実施形態である実装方法において回路基板と I C チップの接合工程を示す説明図であり、

図 6 A、図 6 B、図 6 C は、それぞれ、本発明の第 3 実施形態の実装方法において異方性導電膜シートに代えて、熱硬化性接着剤を回路基板上に配置することを説明するための説明図、及び、図 6 D、図 6 E はそれぞれ上記第 1 実施形態での接合状態の拡大説明図であり、

25 図 7 A、図 7 B、図 7 C、図 7 D、図 7 E、図 7 F は、それぞれ、本発明の第 3 実施形態の実装方法において、図 6 A～図 6 E の変形例として、異方性導電膜シートに代えて、熱硬化性接着剤を回路基板上に配置することを説明する

ための説明図であり、

図 8 A、図 8 B、図 8 Cは、それぞれ本発明の第 5 実施形態にかかる実装方法において、回路基板と I Cチップの接合工程を示す説明図であり、

5 図 9 A、図 9 B、図 9 Cは、それぞれ本発明の第 5 実施形態である実装方法において回路基板と I Cチップの接合工程を示す説明図であり、

図 1 0 A、図 1 0 B、図 1 0 C、図 1 0 Dは、それぞれ本発明の第 6 実施形態である実装方法において回路基板と I Cチップの接合工程を示す説明図であり、

10 図 1 1 A、図 1 1 B、図 1 1 C、図 1 1 D、図 1 1 Eは、それぞれ本発明の第 6 実施形態である実装方法において回路基板と I Cチップの接合工程を示す説明図であり、

図 1 2 A、図 1 2 B、図 1 2 C、図 1 2 Dは、それぞれ本発明の第 7 実施形態である実装方法において回路基板と I Cチップの接合工程を示す説明図であり、

15 図 1 3 は、本発明の第 7 実施形態である実装方法において回路基板と I Cチップの接合工程を示す説明図であり、

図 1 4 A、図 1 4 Bは、それぞれ熱硬化性樹脂シートを I Cチップ 1 側に形成した第 1 実施形態の変形例を示す説明図、及び、熱硬化性接着剤を I Cチップ 1 側に形成した第 1 実施形態の変形例を示す説明図であり、

20 図 1 5 は、従来の回路基板との I Cチップの接合方法を示す断面図であり、

図 1 6 A、図 1 6 Bは、それぞれ従来の回路基板との I Cチップの接合方法を示す説明図であり、

図 1 7 は、上記第 1 実施形態において、 $80\mu\text{m}$ の外径のバンプの場合の抵抗値と荷重との関係のグラフの図であり、

25 図 1 8 は、上記第 1 実施形態において、 $80\mu\text{m}$ 、 $40\mu\text{m}$ のそれぞれの外径のバンプと最低荷重との関係に基づき信頼性の高い領域を示したグラフの図であり、

図 1 9 は、上記第 3 実施形態において、樹脂シート（異方性導電膜シート）

の加熱温度と反応率とのグラフの図であり、

図 20 は、上記第 1 実施形態で使用する電子部品搭載装置の斜視図であり、

図 21 A、図 21 B、図 21 C、図 21 D は、それぞれ図 20 の電子部品搭載装置での部品側での位置認識動作を示す斜視図、部品の位置認識画像の図、
5 基板側での位置認識動作を示す斜視図、基板の位置認識画像の図であり、

図 22 は、上記第 4 実施形態で使用する超音波印加装置の概略図であり、

図 23 は、上記第 5 実施形態で使用する貼り付け装置の概略図であり、

図 24 A、図 24 B は、それぞれ ACF 工法と上記実施形態の工法との比較説明のためのバンプ付近の拡大断面図であり、

10 図 25 は、本発明の第 9 実施形態にかかる回路基板への電子部品例えば IC チップの実装方法及び装置により接合された接合状態の模式断面図であり、

図 26 は、上記第 9 実施形態にかかる回路基板への電子部品例えば IC チップの実装方法及び装置により使用される樹脂シートの部分拡大模式断面図であり、

15 図 27 は、本発明の第 13 実施形態にかかる回路基板への電子部品例えば IC チップの実装方法及び装置により接合された接合状態での絶縁性樹脂と無機フィラーの模式断面図であり、

図 28 A、図 28 B、図 28 C、図 28 D は、それぞれ本発明の第 14 実施形態にかかる回路基板への電子部品例えば IC チップの実装方法及び装置により
20 使用される異方性導電層の種々の例を示す電子部品ユニットの模式断面図であり、

図 29 A、図 29 B、図 29 C、図 29 D は、それぞれ本発明の第 14 実施形態の変形例にかかる回路基板への電子部品例えば IC チップの実装方法及び装置により使用される異方性導電層の種々の例の模式断面図であり、

25 図 30 は、図 29 A に示された上記第 14 実施形態にかかる回路基板への電子部品例えば IC チップの実装方法及び装置により使用される異方性導電層を使用して接合された接合状態の模式断面図であり、

図 31 は、図 29 B に示された上記第 14 実施形態にかかる回路基板への電

子部品例えば I C チップの実装方法及び装置により使用される異方性導電層を使用して接合された接合状態の模式断面図であり、

図 3 2 A、図 3 2 B は、図 2 9 C、図 2 9 D にそれぞれ示された上記第 1 4 実施形態にかかる回路基板への電子部品例えば I C チップの実装方法及び装置により使用される異方性導電層を使用して接合された接合状態の模式断面図であり、

図 3 3 A、図 3 3 B、図 3 3 C、図 3 3 D、図 3 3 E、図 3 3 F は、それぞれ上記第 1 4 実施形態にかかる回路基板への電子部品例えば I C チップの実装方法及び装置により使用される異方性導電層の無機フィラーの量と異方性導電層の厚み方向の位置との様々な関係のグラフを示す図であり、

図 3 4 は、本発明の第 1 5 実施形態にかかる回路基板への電子部品例えば I C チップの実装方法及び装置により使用される異方性導電層の製造工程の説明図であり、

図 3 5 は、図 3 4 の部分拡大図であり、

図 3 6 は、上記第 1 実施形態の一具体例における導電粒子の平均直径と無機フィラーの粒子の平均直径の分布図であり、

図 3 7 A、図 3 7 B は、それぞれ上記第 1 実施形態の変形例において使用可能なバンプの例を示す図であり、

図 3 8 A、図 3 8 B、図 3 8 C、図 3 8 D、図 3 8 E、図 3 8 F、図 3 8 G は、それぞれ本発明の第 1 6 実施形態にかかる回路基板への電子部品例えば I C チップの実装方法を示す説明図であり、

図 3 9 A、図 3 9 B は、それぞれ第 1 6 実施形態にかかる回路基板への電子部品例えば I C チップの実装方法において、熱硬化性樹脂中の無機フィラーが接合開始当初に熱硬化性樹脂中に入り込んできた尖っているバンプによりバンプ外側方向へ押し出される状態を示す説明図、及び、図 3 9 C はバンプと基板電極の間に無機フィラーが入り込まない状態を示す説明図であり、

図 4 0 A、図 4 0 B、図 4 0 C、図 4 0 D、図 4 0 E、図 4 0 F、図 4 0 G は、それぞれ本発明の第 1 6 実施形態における実装方法において、I C チップ

のワイヤボンダーを用いたバンプ形成工程を示す説明図であり、

図 4 1 A、図 4 1 B、図 4 1 C は、それぞれ本発明の第 1 6 実施形態にかかる実装方法において、回路基板と I C チップの接合工程を示す説明図であり、

5 図 4 2 A、図 4 2 B、図 4 2 C は、それぞれ本発明の第 1 6 実施形態である実装方法において回路基板と I C チップの接合工程を示す説明図であり、

図 4 3 A、図 4 3 B、図 4 3 C は、それぞれ、本発明の第 1 8 実施形態の実装方法において熱硬化性樹脂シートに代えて、熱硬化性接着剤を回路基板上に配置することを説明するための説明図であり、

10 図 4 4 A、図 4 4 B、図 4 4 C、図 4 4 D、図 4 4 E、図 4 4 F は、それぞれ、本発明の第 1 8 実施形態の実装方法において、図 4 3 A ～ 図 4 3 C の変形例として、熱硬化性樹脂シートに代えて、熱硬化性接着剤を回路基板上に配置することを説明するための説明図であり、

図 4 5 A、図 4 5 B、図 4 5 C は、それぞれ本発明の第 2 0 実施形態にかかる実装方法において、回路基板と I C チップの接合工程を示す説明図であり、

15 図 4 6 A、図 4 6 B、図 4 6 C は、それぞれ本発明の第 2 0 実施形態である実装方法において回路基板と I C チップの接合工程を示す説明図であり、

図 4 7 A、図 4 7 B、図 4 7 C、図 4 7 D は、それぞれ本発明の第 2 1 実施形態である実装方法において回路基板と I C チップの接合工程を示す説明図であり、

20 図 4 8 A、図 4 8 B、図 4 8 C、図 4 8 D、図 4 8 E は、それぞれ本発明の第 2 1 実施形態である実装方法において回路基板と I C チップの接合工程を示す説明図であり、

25 図 4 9 A、図 4 9 B、図 4 9 C、図 4 9 D は、それぞれ本発明の第 2 2 実施形態である実装方法において回路基板と I C チップの接合工程を示す説明図であり、

図 5 0 は、本発明の第 2 2 実施形態である実装方法において回路基板と I C チップの接合工程を示す説明図であり、

図 5 1 A、図 5 1 B は、それぞれ熱硬化性樹脂シートを I C チップ 1 側に形

成した第 1 6 実施形態の変形例を示す説明図、及び、熱硬化性接着剤を I C チップ 1 側に形成した第 1 6 実施形態の変形例を示す説明図であり、

図 5 2 は、上記第 1 6 実施形態において、 $80\text{ }\mu\text{m}$ の外径のバンプの場合の抵抗値と荷重との関係のグラフの図であり、

5 図 5 3 は、上記第 1 6 実施形態において、 $80\text{ }\mu\text{m}$ 、 $40\text{ }\mu\text{m}$ のそれぞれの外径のバンプと最低荷重との関係に基づき信頼性の高い領域を示したグラフの図であり、

図 5 4 は、上記第 1 8 実施形態において、樹脂シートの加熱温度と反応率とのグラフの図であり、

10 図 5 5 は、上記第 1 6 実施形態で使用する電子部品搭載装置の斜視図であり、

図 5 6 A、図 5 6 B、図 5 6 C、図 5 6 D は、それぞれ図 5 5 の電子部品搭載装置での部品側での位置認識動作を示す斜視図、部品の位置認識画像の図、基板側での位置認識動作を示す斜視図、基板の位置認識画像の図であり、

15 図 5 7 は、上記第 1 9 実施形態で使用する超音波印加装置の概略図であり、

図 5 8 は、上記第 2 0 実施形態で使用する貼り付け装置の概略図であり、

図 5 9 A、図 5 9 B は、それぞれ A C F 工法と上記実施形態の工法との比較説明のためのバンプ付近の拡大断面図であり、

20 図 6 0 は、本発明の第 2 4 実施形態にかかる回路基板への電子部品例えば I C チップの実装方法及び装置により接合された接合状態の模式断面図であり、

図 6 1 は、上記第 2 4 実施形態にかかる回路基板への電子部品例えば I C チップの実装方法及び装置により使用される樹脂シートの部分拡大模式断面図であり、

25 図 6 2 は、本発明の第 2 8 実施形態にかかる回路基板への電子部品例えば I C チップの実装方法及び装置により接合された接合状態での絶縁性樹脂と無機フィラーの模式断面図であり、

図 6 3 A、図 6 3 B、図 6 3 C、図 6 3 D は、それぞれ本発明の第 2 9 実施形態にかかる回路基板への電子部品例えば I C チップの実装方法及び装置によ

り使用される絶縁性樹脂層の種々の例を示す電子部品ユニットの模式断面図であり、

図64A、図64B、図64C、図64Dは、それぞれ本発明の第29実施形態の変形例にかかる回路基板への電子部品例えばICチップの実装方法及び装置により使用される絶縁性樹脂層の種々の例の模式断面図であり、

図65は、図64Aに示された上記第29実施形態にかかる回路基板への電子部品例えばICチップの実装方法及び装置により使用される絶縁性樹脂層を使用して接合された接合状態の模式断面図であり、

図66は、図64Bに示された上記第29実施形態にかかる回路基板への電子部品例えばICチップの実装方法及び装置により使用される絶縁性樹脂層を使用して接合された接合状態の模式断面図であり、

図67A、図67Bは、図64C、図64Dにそれぞれ示された上記第29実施形態にかかる回路基板への電子部品例えばICチップの実装方法及び装置により使用される絶縁性樹脂層を使用して接合された接合状態の模式断面図であり、

図68A、図68B、図68C、図68D、図68E、図68Fは、それぞれ上記第29実施形態にかかる回路基板への電子部品例えばICチップの実装方法及び装置により使用される絶縁性樹脂層の無機フィラーの量と絶縁性樹脂層の厚み方向の位置との様々な関係のグラフを示す図であり、

図69は、本発明の第30実施形態にかかる回路基板への電子部品例えばICチップの実装方法及び装置により使用される絶縁性樹脂層の製造工程の説明図であり、

図70は、図69の部分拡大図である。

発明を実施するための最良の形態

本発明の記述を続ける前に、添付図面において同じ部品については同じ参照符号を付している。

以下に、本発明にかかる実施の形態を図面に基づいて詳細に説明する。

(第1実施形態)

以下、本発明の第1実施形態にかかる電子部品の実装方法及びその装置の一例としての回路基板へのICチップの実装方法及びその実装装置及び上記実装方法により上記ICチップが上記基板に実装された電子部品ユニット若しくは

5 モジュール例えば半導体装置を図1Aから図14を参照しながら説明する。
まず、本発明の第1実施形態にかかる回路基板へのICチップ実装方法を図1A～図4C及び図6A～Fを用いて説明する。

図1Aの電子部品の一例であるICチップ1においてICチップ1のA1パッド電極2にワイヤボンディング装置により図3A～図3Fのごとき動作によりバンパ（突起電極）3を形成する。すなわち、図3Aでホルダであるキャピラリー93から突出したワイヤ95の下端にボール96を形成し、図3Bでワイヤ95を保持するキャピラリー93を下降させ、ボール96をICチップ1の電極2に接合して大略バンパ3の形状を形成し、図3Cでワイヤ95を下方に送りつつキャピラリー93の上昇を開始し、図3Dに示すような大略矩形のループ99にキャピラリー93を移動させて図3Eに示すようにバンパ3の上部に湾曲部98を形成し、引きちぎることにより図1B、図3Fに示すようなバンパ3を形成する。あるいは、図3Bでワイヤ95をキャピラリー93でクランプして、キャピラリー93を上昇させて上方に引き上げることにより、金属線、例えば、金ワイヤ（金線）95（なお、金属線の例としては、スズ、アルミニウム、銅、又はこれらの金属に微量元素を含有させた合金のワイヤなどがあるが、以下の実施形態では代表例として金ワイヤ（金線）として記載する。）を引きちぎり、図3Gのようなバンパ3の形状を形成するようにしてもよい。このように、ICチップ1の各電極2にバンパ3を形成した状態を図1Bに示す。

25 次いで、この実施形態では、各電極2にバンパ3が形成されたICチップ1を回路基板4へ装着するとき、異方性導電層の一例として、異方性導電膜（ACF）シート10を介在させるものである。この異方性導電膜シート10は、異方性導電膜シート10を構成する絶縁性熱硬化性の固形樹脂中の導電粒子1

0 a の平均直径より小さい平均直径の無機フィラー 6 f を含有する。例えば、
図 3 6 に示すように、導電粒子 1 0 a の平均直径を、従来の A C F での導電粒
子 1 0 a の平均直径 1 . 0 μ m より小さい 0 . 5 μ m とするとき、無機フィラ
ー 6 f の粒子の平均直径は 3 ~ 5 μ m 程度とする。異方性導電膜シート 1 0 に
5 含まれる上記導電粒子 1 0 a として、ニッケル粉に金メッキを施したものを
用いる。このように構成することにより、基板側の電極 5 と I C チップ側のバン
プ 3 との間での接続抵抗値を低下せしめることができ、尚好適である。

上記導電粒子 1 0 a としては、さらに好ましくは、上記導電粒子 1 0 a の導
電粒子本体 1 0 a - 1 の外側に絶縁層 1 0 a - 2 でコートしたものを、導
10 電粒子 1 0 a の量を通常汎用されている異方性導電膜の 2 倍以上とすること
により、ある確率でバンプ 3 に導電粒子 1 0 a が挟まれることになり、吸湿時の
膨潤やその後のリフローによる熱衝撃に対する耐性を向上することができる。

このように絶縁コートされた導電粒子 1 0 a は、バンプ 3 で基板電極 5 との
間に挟み込まれると、そのときに導電粒子 1 0 a の外側の極薄い絶縁コート部
15 分 1 0 a - 2 が削りとられて導電粒子本体 1 0 a - 1 が露出して導電性を発揮
する。したがって、バンプ 3 と電極 5 に挟まれない部分では、絶縁コート部分
1 0 a - 1 が削りとられないため、導電性を発揮しない。よって、平面方向で
電極 5 と電極 3 の間でのショートが発生しにくいということになる。また、通
常、スタッドバンプを用いると、頭頂部の面積が小さいので導電粒子 1 0 a を
20 電極 5 とバンプ 3 との間に挟み込むことが難しいので、導電粒子 1 0 a の量を
多く入れることが必要であるが、そのようにすると、導電粒子同士が接触して
電極 3 , 5 間をショートさせることがあるので、上記したように、絶縁コート
された絶縁性の導電粒子を使用するのが好ましい。また、リフロー特性などが
25 良くなるのは、温度や湿度による膨潤により異方性導電膜形成用接着剤（又は
異方性導電膜シート）が Z 方向（異方性導電膜シートの厚み方向）に膨張した
場合にも、導電粒子 1 0 a がそれ以上に膨張して接続を保つことができるため
である。このため、導電粒子 1 0 a には、反発力のある A u - N i コートのプ
ラスチック粒子などを用いるのが好ましい。

次に、図 1 C の回路基板 4 の電極 5 上に、図 1 D に示すように、I C チップ 1 の大きさより若干大きな寸法にカットされ、かつ、無機フィラー 6 f が配合された異方性導電膜シート 1 0 を配置し、例えば 8 0 ~ 1 2 0 ° C に熱せられた貼付けツール 7 により例えば 5 ~ 1 0 k g f / c m 2 程度の圧力で異方性導電膜シート 1 0 を基板 4 に貼付ける。この後、異方性導電膜シート 1 0 の貼付けツール側に取り外し可能に配置されたのセパレータ 1 0 g を剥がすことにより基板 4 の準備工程が完了する。このセパレータ 1 0 g は、ツール 7 に無機フィラー 6 f を配合した固体又は半固体の熱硬化性樹脂を含む異方性導電膜シート 1 0 が貼り付くのを防止するためのものである。ここで、図 1 G に図 1 F の G 部分を部分的に拡大して示すように、異方性導電膜シート 1 0 は、導電粒子 1 0 a の平均直径より小さい平均直径の球状又は破碎シリカ、アルミナ等のセラミクスなどの無機系フィラー 6 f を絶縁性樹脂 6 m に分散させて混合し、これをドクターブレード法などにより平坦化し溶剤成分を気化させ固体化したものが好ましいとともに、後工程のリフロー工程での高温に耐えうる程度の耐熱性（例えば、2 4 0 ° C に 1 0 秒間耐えうる程度の耐熱性）を有することが好ましい。上記絶縁性樹脂は、例えば、絶縁性熱硬化性樹脂（例えば、エポキシ樹脂、フェノール樹脂、ポリイミドなど）、又は絶縁性熱可塑性樹脂（例えば、ポリフェニレンサルファイド（P P S）、ポリカーボネイト、変性ポリフェニレンオキサイド（P P O）など）、又は、絶縁性熱硬化性樹脂に絶縁性熱可塑性樹脂を混合したものなどが使用できるが、ここでは、代表例として絶縁性熱硬化性樹脂として説明を続ける。この熱硬化性樹脂 6 m のガラス転移点は一般に 1 2 0 ~ 2 0 0 ° C 程度である。なお、熱可塑性樹脂のみを使用する場合には、最初は加熱して一旦軟化させたのち、加熱を停止して自然冷却させることにより硬化させる一方、絶縁性熱硬化性樹脂に熱可塑性樹脂を混合したものを使用する場合には、熱硬化性樹脂のほうが支配的に機能するため、熱硬化性樹脂のみと場合と同様に加熱することにより硬化する。

次に、図 1 E 及び図 1 F に示されるように、図 2 0 の電子部品搭載装置 6 0 0 において、部品保持部材 6 0 1 の先端の熱せられた接合ツール 8 により、上

記工程でバンプ3が形成されたICチップ1をトレー602から吸着保持しつつ、該ICチップ1を、上記前工程で準備されかつステージ9上に載置された基板4のICチップ1の電極2に対応する電極5上に位置合わせして異方性導電膜シート10を介してICチップ1を基板4に押圧する。この位置合わせは、
5 公知の位置認識動作を使用する。例えば、図21Cに示すように、基板4に形成された位置認識マーク605又はリード若しくはランドパターンを、電子部品搭載装置600の基板認識用カメラ604で認識して、図21Dに示すようにカメラ604で得られた画像606を基に、基板4のステージ9上での直交するXY方向のXY座標位置とXY座標の原点に対する回転位置とを認識して
10 基板4の位置を認識する。一方、図21Aに示すように、接合ツール8に吸着保持されたICチップ1の位置認識用マーク608又は回路パターンをICチップ用位置認識カメラ603で認識して、図21Bに示すようにカメラ603で得られた画像607を基に、ICチップ1の上記XY方向のXY座標位置とXY座標の原点に対する回転位置とを認識してICチップ1の位置を認識する。
15 そして、上記基板4とICチップ1との位置認識結果を基に、接合ツール8又はステージ9を移動させて、ICチップ1の電極2が対応する基板4の電極5上に位置するように位置合わせしたのち、上記熱せられた接合ツール8によりICチップ1を基板4に押圧する。このとき、バンプ3は基板4の電極5上でバンプ3の頭部3aが図4Bから図4Cのごとく変形しながら押しつけられて
20 いく。このとき、第1実施形態で示した図2Aから図2Bと同様にこの実施形態においても、熱硬化性樹脂6m中の無機フィラー6fは、接合開始当初に熱硬化性樹脂6m中に入り込んできた尖っているバンプ3により、バンプ3の外側方向へ押し出される。また、第1実施形態で示した図2Cと同様にこの実施形態においても、この外側方向への押し出し作用によりバンプ3と基板電極5
25 の間に無機フィラー6fが入り込まないことにより、接続抵抗値を低下させる効果を発揮する。このとき、もし、バンプ3と基板電極5の間に無機フィラー6fが多少入り込んだとしても、バンプ3と基板電極5とが直接接触していることにより、全く問題はない。このとき、印加する荷重は、バンプ3の外径に

より異なるが、頭部 3 a の折れ重なった部分が図 4 C のように必ず変形するようにする。また、このとき、図 6 E に示すように、異方性導電膜シート 10 中の導電粒子 10 a が樹脂ボール球に金属メッキを施されている場合には、導電粒子 10 a が変形することが必要である。また、異方性導電膜シート 10 中の導電粒子 10 a がニッケルなど金属粒子の場合には、図 6 D に示すように、バンプ 3 や基板側の電極 5 にめり込むような荷重を加えることが必要である。この荷重は最低でも 20 (gf/バンプ 1 ケあたり) を必要とする。すなわち、図 17 には、80 μ m の外径のバンプの場合の抵抗値と荷重との関係のグラフより 20 (gf/バンプ 1 ケあたり) 未満では抵抗値 100 mm Ω /バンプより大きくなって抵抗値が大きくなりすぎて実用上問題があるため、20 (gf/バンプ 1 ケあたり) 以上であることが好ましいことが示されている。また、図 18 には、80 μ m, 40 μ m のそれぞれの外径のバンプと最低荷重との関係に基づき信頼性の高い領域を示したグラフである。これより、40 μ m 以上の外径のバンプでは最低荷重は 25 (gf/バンプ 1 ケあたり) 以上であることが好ましく、40 μ m 未満の外径のバンプでは最低荷重は 20 (gf/バンプ 1 ケあたり) 以上ぐらいが信頼性が高いことが推定される。なお、今後、リードの狭ピッチ化とともにバンプ外径が 40 μ m 未満と小さくなった場合、バンプの投影面積に応じて、その 2 乗に比例して荷重が減少する傾向があることが推定される。よって、IC チップ 1 を介してバンプ 3 側に印加する最低荷重は、最低で 20 (gf/バンプ 1 ケあたり) を必要とするのが好ましい。上記 IC チップ 1 を介してバンプ 3 側に印加する荷重の上限は、IC チップ 1、バンプ 3、回路基板 4 などが損傷しない程度とする。場合によって、その最大荷重は 100 (gf/バンプ 1 ケあたり) 若しくは 150 (gf/バンプ 1 ケあたり) を越えることもある。このとき、導電粒子の平均直径より小さい平均直径の無機フィラー 6 f を使用していれば、熱硬化性樹脂 6 m の弾性率を増加させるとともに熱膨張係数を下げる効果を発揮することができる。

なお、図中、参照符号 10 s は、異方性導電膜シート 10 のうち接合ツール 8 の熱により溶融した溶融中の熱硬化性樹脂 6 m が溶融後に熱硬化された樹脂

である。

なお、セラミックヒータ又はパルスヒータなどの内蔵ヒータ 8 a により熱せられた接合ツール 8 により、上記前工程でバンプ 3 が電極 2 上に形成された I C チップ 1 を、上記前工程で準備された基板 4 に対して I C チップ 1 の電極 2 が対応する基板 4 の電極 5 上に図 1 E に示すように位置するように位置合わせする位置合わせ工程と、位置合わせしたのち図 1 F に示すように押圧接合する工程とを、1 つの位置合わせ兼押圧接合装置、例えば、図 1 E の位置合わせ兼押圧接合装置で行うようにしてもよい。しかしながら、別々の装置、例えば、多数の基板を連続生産する場合において位置合わせ作業と押圧接合作業とを同時的に行うことにより生産性を向上させるため、上記位置合わせ工程は図 5 B の位置合わせ装置で行い、上記押圧接合工程は図 5 C の接合装置で行うようにしてもよい。なお、図 5 C では、生産性を向上させるため、2 つの接合装置 8 を示しており、1 枚の回路基板 4 の 2 個所を同時に押圧接合できるようにしている。

上記及び下記の各実施形態において、回路基板 4 としては、多層セラミック基板、ガラス布積層エポキシ基板（ガラエポ基板）、アラミド不織布基板、ガラス布積層ポリイミド樹脂基板、F P C（フレキシブル・プリントッド・サーキット）又はアラミド不織布エポキシ基板（例えば、松下電器産業株式会社製の登録商標アリブ「ALIVH」として販売されている樹脂多層基板）などが用いられる。

これらの基板 4 は、熱履歴や、裁断、加工により反りやうねりを生じており、必ずしも完全な平面ではない。そこで、図 5 A 及び図 5 B に示すように、例えば約 $10 \mu\text{m}$ 以下に調整されるように平行度がそれぞれ管理された接合ツール 8 とステージ 9 とにより、接合ツール 8 側からステージ 9 側に向けて熱と荷重とを I C チップ 1 を通じて回路基板 4 に局所的に印加することにより、その印加された部分の回路基板 4 の反りが矯正される。

また、I C チップ 1 は、アクティブ面の中心を凹として反っているが、これを接合時に 1 バンプあたり 20 g f 以上の強い荷重で加圧することで、基板 4

とICチップ1の両方の反りやうねりを矯正することができる。このICチップ1の反りは、ICチップ1を形成するとき、Siに薄膜を形成する際に生じる内部応力により発生するものである。バンプの変形量は10～25 μ m程度であり、この程度の基板が当初から持っている内層銅箔から表面に現れるうねりの影響にバンプ3の変形でそれぞれのバンプ3が順応することで許容できるようになる。

こうして、回路基板4の反りが矯正された状態で、例えば140～230℃の熱がICチップ1と回路基板4との間の異方性導電膜シート10に例えば数秒～20秒程度印加され、この異方性導電膜シート10が硬化される。このとき、最初は異方性導電膜シート10を構成する熱硬化性樹脂6mが流れてICチップ1のエッジまで封止する。また、樹脂であるため、加熱されたとき、当初は自然に軟化するため、このようにエッジまで流れるような流動性が生じる。熱硬化性樹脂6mの体積をICチップ1と回路基板4との間の空間の体積より大きくすることにより、この空間からはみ出すように流れ出て、封止効果を奏することができる。この後、加熱された接合ツール8が上昇することにより、加熱源がなくなるためICチップ1と異方性導電膜シート10の温度は急激に低下して、異方性導電膜シート10は流動性を失い、図1F及び図4Cに示されるように、ICチップ1は、異方性導電膜シート10を構成して硬化した樹脂10sにより、回路基板4上に固定される。また、回路基板4側をステージ9のヒータ9aなどにより加熱しておくこと、接合ツール8の温度をより低くすることができる。

このようにすれば、異方性導電膜シート10に導電粒子10aの平均直径よりも小さい平均粒径の無機フィラーを配合した熱硬化性樹脂を用いることができ、さらに、異方性導電膜シート10に含まれる導電粒子10aとしてニッケル粉に金メッキを施したものをを用いることにより、接続抵抗値を低下せしめることができ、尚好適である。

上記第1実施形態によれば、熱硬化性樹脂6mに配合する無機フィラー6fとして導電粒子10aの平均直径より小さい平均粒径をもつ無機フィラー6f

を配合することにより、導電粒子 10 a の働きを阻害することなくより信頼性を向上することができる。すなわち、バンプ 3 と基板 4 の電極 5 との間に導電粒子 10 a が挟まれる。このとき、同時に無機フィラー 6 f が挟まれても導電粒子 10 a の平均直径よりその平均粒径が小さいため、導電性を阻害することがなく、その上、熱硬化性樹脂 6 m の弾性率を増加し、熱膨張係数を低下して I C チップ 1 と基板 4 の接合信頼性を向上する。

(第 2 実施形態)

次に、本発明の第 2 実施形態にかかる回路基板への電子部品例えば I C チップの実装方法及び装置及び上記実装方法により上記 I C チップが上記基板に実装された電子部品ユニット若しくはモジュール例えば半導体装置を説明する。

この第 2 実施形態においては、第 1 実施形態において、熱硬化性樹脂を含む異方性導電膜シート 10 に配合する無機フィラー 6 f の混合割合を上記絶縁性熱硬化性樹脂例えば絶縁性熱硬化性エポキシ樹脂 6 m の 5 ～ 90 w t % として、一層好適なものとしたものである。5 w t % 未満では無機フィラー 6 f を混合する意味がない一方、90 w t % を超えると、接着力が極度に低下するとともに、シート化するのが困難になるため好ましくない。一例として、高い信頼性を維持させる観点から、樹脂基板では 20 ～ 40 w t %、セラミック基板では 40 ～ 70 w t % が好ましいとともに、ガラエポ基板では 20 w t % 程度でもシート封止剤の線膨張係数をかなり低下させることができ、樹脂基板において効果がある。なお、体積 % では、w t % のおよそ半分の割合、又はエポキシ樹脂が 1 に対してシリカ約 2 の比重の割合とする。通常では、熱硬化性樹脂 6 m のシート化する際の製造上の条件と基板 4 の弾性率、及び最終的には信頼性試験結果により、この無機フィラー 6 f の混合割合が決定される。

上記したような混合割合の無機フィラー 6 f を熱硬化性樹脂を含む異方性導電膜シート 10 に配合することにより、異方性導電膜シート 10 の熱硬化性樹脂 6 m の弾性率を増加させることができ、熱膨張係数を低下させて I C チップ 1 と基板 4 の接合信頼性を向上させることができる。また、基板 4 の材料に合わせて、熱硬化性樹脂 6 m の材料常数、すなわち弾性率、線膨張係数を最適な

ものとするように、無機フィラー 6 f の混合割合を決定することができる。なお、無機フィラー 6 f の混合割合が挿花するにつれて、弾性率は大きくなるが、線膨張係数は小さくなる傾向がある。

5 第 1 実施形態及び第 2 実施形態においては、液体ではなく固体の異方性導電膜シート 10 を使用するため取り扱いやすいとともに、液体成分が無いため高分子で形成することができ、ガラス転移点の高いものを形成しやすいといった利点がある。

10 なお、図 1 A から図 1 G 及び図 2 A ～図 2 C、後述する図 6 及び図 7 においては、異方性導電層の一例としての熱硬化性樹脂を含む異方性導電膜シート 10 又は異方性導電膜形成用熱硬化性接着剤 6 b を回路基板 4 側に形成することについて説明したが、これに限定されるものではなく、図 1 4 A 又は図 1 4 B に示すように、IC チップ 1 側に形成したのち、基板 4 に接合するようにしてもよい。この場合、特に、熱硬化性樹脂を含む異方性導電膜シート 10 の場合には、異方性導電膜シート 10 の回路基板側に取り外し可能に配置されたセパ
15 レータ 6 a とともに、ステージ 201 上のゴムなどの弾性体 117 に吸着ノズルなどの保持部材 200 により保持された IC チップ 1 を押し付けて、バンプ 3 の形状に沿って異方性導電膜シート 10 が IC チップ 1 に貼り付けられるようにしてもよい。

(第 3 実施形態)

20 次に、本発明の第 3 実施形態にかかる回路基板への電子部品例えば IC チップの実装方法及び装置及び上記実装方法により上記 IC チップが上記基板に実装された電子部品ユニット若しくはモジュール例えば半導体装置を図 6 A ～図 6 C 及び図 7 A ～図 7 F を用いて説明する。

25 この第 3 実施形態では、第 1 実施形態において、熱硬化性樹脂を含む異方性導電膜シート 10 を基板 4 に貼り付ける代わりに、図 6 A 及び図 7 A、D に示すように、異方性導電層の一例としての液体状の異方性導電膜形成用熱硬化性接着剤 6 b を回路基板 4 上に、ディスペンス 502 などによる塗布、又は印刷、又は転写するようにしたのち、半固体状態、いわゆる B ステージ状態、まで固

化し。その後、上記第 1 又は第 2 実施形態と同様に、上記 IC チップ 1 を上記基板 4 に搭載する。

詳しくは、図 6 A に示すように、液体状の異方性導電膜形成用熱硬化性接着剤 6 b を回路基板 4 上に、図 7 A に示すような空気圧で吐出量が制御されかつ
5 基板平面上で直交する 2 方向に移動可能なディスペンサ 5 0 2 などによる塗布、又は印刷、又は転写する。次いで、図 6 B のごとくヒータ 7 8 a を内蔵したツール 7 8 により、熱と圧力を印加して均一化しながら、図 6 C のように半固体状態、いわゆる B ステージ状態、まで固化する。

又は、液体状の異方性導電膜形成用熱硬化性接着剤 6 b の粘性が低い場合には、図 7 A に示すように、ディスペンサ 5 0 2 で基板 4 上の所定位置に液体の熱硬化性接着剤 6 b を塗布したのち、熱硬化性接着剤 6 b の粘性が低いために
10 自然に基板上で広がり、図 7 B に示すような状態となる。その後、図 7 C に示すように、コンベヤのような搬送装置 5 0 5 により上記基板 4 を炉 5 0 3 内に入れて、炉 5 0 3 のヒータ 5 0 4 により上記塗布された絶縁性樹脂の液体状熱硬化性接着剤 6 b を硬化させることにより、半固体化、すなわち、いわゆる B
15 ステージ状態まで固化する。

一方、液体状の異方性導電膜形成用熱硬化性接着剤 6 b の粘性が高い場合には、図 7 D に示すように、ディスペンサ 5 0 2 で基板 4 上の所定位置に液体の熱硬化性接着剤 6 b を塗布したのち、熱硬化性接着剤 6 b の粘性が高いために
20 自然に基板上で広がらないため、図 7 E, F に示すように、スキージ 5 0 6 で平らに延ばす。その後、図 7 C に示すように、コンベヤのような搬送装置 5 0 5 により上記基板 4 を炉 5 0 3 内に入れて、炉 5 0 3 のヒータ 5 0 4 により上記塗布された絶縁性樹脂の液体状熱硬化性接着剤 6 b を硬化させることにより、半固体化、すなわち、いわゆる B ステージ状態、まで固化する。

25 このように異方性導電膜形成用熱硬化性接着剤 6 b を半固体化するときには、熱硬化性接着剤 6 b 中の熱硬化性樹脂の特性により差はあるものの、該熱硬化性樹脂のガラス転移点の 3 0 ~ 8 0 % の温度である 8 0 ~ 1 3 0 °C で押圧する。通常は、熱硬化性樹脂のガラス転移点の 3 0 % 程度の温度で行う。このように

熱硬化性樹脂のガラス転移点の30～80%とする理由は、図19の異方性導電膜シートの加熱温度と反応率とのグラフより、80～130℃の範囲内ならば、まだ、後工程でさらに反応する範囲を充分に残すことができる。言い換えれば、80～130℃の範囲内の温度ならば、時間にもよるが、絶縁性樹脂たとえばエポキシ樹脂の反応率が10～50%程度に抑制できるので、後工程のICチップ圧着時の接合に問題が生じない。すなわち、ICチップ圧着時に押圧するときに所定の押圧量を確保することができ、押し切れなくなるという問題を生じにくい。なお、反応を抑えて溶剤分のみを気化させることにより、半固体化することもある。

上記熱硬化性接着剤6bを上記したように半固体化させたのち、基板4に複数のICチップ1を装着する場合には、基板4の複数のICチップ1を装着する複数の個所において上記熱硬化性接着剤6bの上記半固体化工程を前段取り工程とし予め行っておき、このように前段取りされた基板4を供給して供給された基板4に複数のICチップ1を上記複数の個所に接合することでより生産性が高くなる。この後の工程では、熱硬化性接着剤6bを使用する場合でも、基本的には上記した第1又は第2実施形態の異方性導電膜シート10を用いる工程と同一の工程を行う。上記半固定化工程を加えることで、液体の異方性導電膜形成用熱硬化性接着剤6bを異方性導電膜シート10と同様に使用することができ、固体ゆえに取り扱いやすいとともに、液体成分が無いため高分子で形成することができ、ガラス転移点の高いものを形成しやすいといった利点がある。このように流動性のある異方性導電膜形成用熱硬化性接着剤6bを使用する場合には、固体の異方性導電膜シート10を使用する場合と比較して、基板4の任意の位置に任意の大きさに塗布、印刷、又は転写することができる利点をも合わせて持つ。

(第4実施形態)

次に、本発明の第4実施形態にかかる回路基板への電子部品例えばICチップの実装方法及び装置及び上記実装方法により上記ICチップが上記基板に実装された電子部品ユニット若しくはモジュール例えば半導体装置を図22を用

いて説明する。第4実施形態が第1実施形態と異なる点は、ICチップ1を基板4に接合するとき、荷重に加えて超音波も印加して、バンプ3をレベリングせずに、必要に応じて20gf以下の荷重で押圧して、バンプ形成時の引き千切りにより生じた上記バンプ3の先端のネック（ヒゲ）部分の倒れによる隣接バンプ又は電極とのショートを防止するようにバンプ先端を整えたのち、ICチップ1と位置合わせしてICチップ1を基板4に搭載して、金属バンプ3を基板側の電極表面の金属と超音波併用熱圧着することである。ICチップ1を基板4に接合する状態は、先の実施形態での図2及び図6などと同様である。

上記超音波を印加して上記金バンプと上記基板の上記電極とを金属接合するとき、上記ICチップ1の上記上面側から加熱しながら、又は、上記基板側から加熱しながら、又は、上記ICチップ1側と上記基板側の両方から加熱するようにしてもよい。

この第4実施形態では、絶縁性熱硬化性樹脂6mに無機フィラー6fを配合した固体の異方性導電膜シート10又は液体の異方性導電膜形成用熱硬化性接着剤6bを上記したように半固体化させたものを基板4に貼り付け、又は熱硬化性樹脂を含む異方性導電膜形成用熱硬化性接着剤6bを基板4に塗布し半固体化させたのち、回路基板4の電極5と電子部品1の電極2にワイヤボンディングと同様に図3A～図3Fのごとき動作により金線95の先端に電気スパークによりボール96を形成し、このボール96をキャピラリー93により基板電極5に超音波熱圧着して形成されたバンプ3を、レベリングせずに、ICチップ1と位置合わせしてICチップ1を基板4に搭載する。ここで、上記「液体の異方性導電膜形成用熱硬化性接着剤6bを上記したように半固体化させたもの」とは、第3実施形態で説明したような液体の異方性導電膜形成用熱硬化性接着剤6bを半固体化したものであり、Bステージ化したものとほぼ同じものである。このとき、図22に示す超音波印加装置620において、内蔵ヒータ622により予め加熱された接合ツール628により、該接合ツール628に吸着されたICチップ1の上面からエアシリンダ625による荷重と、ピエゾ素子のような超音波発生素子623により発生させられて超音波ホーン6

24を介して印加される超音波とを作用させて金バンプ3のネック部分の倒れを防止するように先端を整えつつ金バンプ3と基板側の金メッキとを金属接合する。次に、ICチップ1の上面又は、及び基板側から加熱しながら、上記ICチップ1を上記回路基板4に1バンプあたり20gf以上の加圧力により押圧し、上記基板4の反りの矯正とバンプ3を押しつぶしながら、上記ICチップ1と上記回路基板4の間に介在する上記異方性導電膜シート10又は熱硬化性接着剤6bを上記熱により硬化して、上記ICチップ1と上記回路基板4を接合して両電極2、5を電氣的に接続する。なお、超音波印加装置620による上記金属接合時に、上記ICチップ1の上記上面側から、又は、上記基板側から、又は、上記ICチップ1側と上記基板側の両方から加熱するようにしてもよい。すなわち、具体的には、内蔵ヒータ622により上記ICチップ1の上記上面側から加熱したり、又は、上記基板側から回路基板4側をステージ9のヒータ9aにより加熱したり、又は、内蔵ヒータ622とステージ9のヒータ9aとにより上記ICチップ1側と上記基板側の両方から加熱するようにしてもよい。

なお、1バンプあたり20gf以上の加圧力を必要とする理由は、このように超音波を用いた接合でも摩擦熱が生じにくくなるので、接合できなくなるためである。金と金とを接合するような場合においても、ある一定加重でバンプを押しつけて、そこに超音波を印加することにより摩擦熱が生じて金属同士が接合される。したがって、この場合にもバンプを押圧する程度の一定荷重すなわち1バンプあたり20gf以上の加圧力が必要となる。加圧力の一例としては、1バンプあたり50gf以上とする。

上記第4実施形態によれば、金属バンプ3と基板4の金属メッキが金属拡散接合されるので、よりバンプ部分での強度を持たせたいような場合や、接続抵抗値をさらに低くしたいような場合に好適である。

(第5実施形態)

次に、本発明の第5実施形態にかかる回路基板への電子部品例えばICチップの実装方法及び装置及び上記実装方法により上記ICチップが上記基板に実

装された電子部品ユニット若しくはモジュール例えば半導体装置を図 8 A～図 8 C 及び図 9 A～図 9 C を用いて説明する。第 5 実施形態は、第 1 実施形態とは封止工程を省略することができる点異なる。

5 上記したように I C チップ 1 上の電極 2 に突起電極（バンプ） 3 を形成しておき、回路基板 4 には、図 8 B、図 8 C、図 9 A 及び図 2 3 に示すように、I C チップ 1 の複数の電極 2 の内端縁を結んだ大略矩形の外形寸法 O L より小さい形状寸法の矩形のシート状の異方性導電膜シート 1 0 又は熱硬化性接着剤 6 b を回路基板 4 の電極 5 を結んだ中心部分に貼り付け又は塗布しておく。このとき、シート状の異方性導電膜シート 1 0 又は熱硬化性接着剤 6 b の厚みは、
10 その体積が I C チップ 1 と基板 4 との隙間より大きくなるようにする。また、図 2 3 の貼り付け装置 6 4 0 により、巻き戻しロール 6 4 4 から巻き戻されて巻き付けロール 6 4 3 に巻き取られる矩形のシート状の異方性導電膜シート 6 5 6 を、その切り目 6 5 7 が予め入れられた部分で、上下のカッター 6 4 1 により、I C チップ 1 の複数の電極 2 の内端縁を結んだ大略矩形の外形寸法 O L
15 より小さい形状寸法に切断する。切断された矩形のシート状の異方性導電膜シート 1 0 は、内蔵ヒータ 6 4 6 で予め加熱された貼り付けヘッド 6 4 2 で吸着保持されて、上記回路基板 4 の電極 5 を結んだ中心部分に貼り付けされる。次に、バンプ 3 と回路基板 4 の電極 5 を位置合わせし、図 8 A 及び図 9 B に示すように、ヒータ 8 a により加熱された接合ツール 8 により I C チップ 1 を回路
20 基板 4 に加圧押圧して、基板 4 の反りの矯正を同時に行いながら、I C チップ 1 と回路基板 4 の間に介在する異方性導電膜シート 1 0 又は熱硬化性接着剤 6 b を硬化する。このとき、異方性導電膜シート 1 0 又は熱硬化性接着剤 6 b は、接合ツール 8 から I C チップ 1 を介して加えられた熱により上記したように軟化し、図 9 C のごとく貼り付けられた又は塗布された位置より加圧されて外側
25 へ向かって流れ出る。この流れ出た異方性導電膜シート 1 0 又は熱硬化性接着剤 6 b が封止材料（アンダーフィル）となり、バンプ 3 と電極 5 との接合の信頼性を著しく向上する。また、ある一定時間がたつと、上記異方性導電膜シート 1 0 又は熱硬化性接着剤 6 b では徐々に硬化が進行し、最終的には硬化した

樹脂 6 s により ICチップ 1 と回路基板 4 を接合することになる。ICチップ 1 を押圧している接合ツール 8 を上昇することで、ICチップ 1 と回路基板 4 の電極 5 の接合が完了する。厳密に言えば、熱硬化の場合には、熱硬化性樹脂の反応は加熱している間に進み、接合ツール 8 が上昇するとともに流動性はほとんど無くなる。上記したような方法によると、接合前では異方性導電膜シート 10 又は熱硬化性接着剤 6 b が電極 5 を覆っていないので、接合する際にバンプ 3 が電極 5 に直接接触し、電極 5 の下に異方性導電膜シート 10 又は熱硬化性接着剤 6 b が入り込まず、バンプ 3 と電極 5 との間での接続抵抗値を低くすることができる。また、回路基板側を加熱しておく、接合ヘッド 8 の温度をより低くすることができる。この方法を上記第 3 実施形態に適用すると金バンプと回路基板の金電極（例えば、銅やタングステンにニッケル、金メッキしたもの）との接合がより容易に行える。

（第 6 実施形態）

次に、第 6 実施形態にかかる回路基板への電子部品例えば ICチップの実装方法及び装置及び上記実装方法により上記 ICチップが上記基板に実装された電子部品ユニット若しくはモジュール例えば半導体装置を図 10～図 11 を用いて説明する。第 6 実施形態においては、第 1 実施形態と異なる点は、バンプ 103 を回路基板 4 の電極 5 にズレて実装された場合においても、信頼性の高い接合を達成することもできる点である。

第 6 実施形態においては、図 10 A に示すように、バンプ 3 を ICチップ 1 上に形成する際にワイヤボンディングと同様に金線 95 を電気スパークにより金ボール 96 を形成する。次に、電気スパークするときの時間でボールの大きさを調整しつつ、95 a で示す直径 $\Phi d - \text{Bump}$ のボール 96 a を形成し、このように形成された直径 $\Phi d - \text{Bump}$ のボール 96 a を、電気スパークを発生させるための時間又は電圧のパラメータを制御して、チャムファア角 θc が 100° 以下のキャピラリー 193 の 93 a で示すチャムファア直径 ϕD が金ボール直径 $d - \text{Bump}$ の $1/2$ から $3/4$ となるようにボール 96 a を成形し、図 10 C に示すようにキャピラリー 93 の金ボールと接する部分に平ら

な部位 9 3 b を設けて図 1 0 D に示すようなバンプ 3 を形成するのではなく、
図 1 0 A に示すようにキャピラリー 1 9 3 の金ボール 9 6 a と接する部分に平
らな部位を設けない先端部位 1 9 3 a を有する先端形状としたキャピラリー 1
9 3 で、I C チップ 1 の電極 2 に、超音波熱圧着により、図 1 0 B に示すよう
5 なバンプ 1 0 3 を形成する。上記先端形状のキャピラリー 1 9 3 を用いること
で、図 1 0 B の b のような先端が大略円錐状のバンプ 1 0 3 を I C チップ 1 の
電極 2 に形成することができる。上記方法で形成した先端が大略円錐状のバン
プ 1 0 3 を回路基板 4 の電極 5 に図 1 1 C のごとくズレて実装された場合にお
いても、バンプ 1 0 3 がその先端が大略円錐形であるため、バンプ 1 0 3 の外
10 径の半分までのズレである場合は、バンプ 1 0 3 の一部が必ず基板 4 の電極 5
と接触することができる。

これに対して、図 1 1 D に示すようなバンプ 3 では、バンプ 3 を回路基板 4
の電極 5 に図 1 1 C のごとく寸法 Z だけズレて実装された場合には、図 1 1 E
に示すように、幅寸法 d のいわゆる台座 3 g の一部が電極 5 に接触するが、部
15 分的にしか接触せず、接触状態が不安定な接合となる。このような不安定な接
合状態のままでは、このような基板 4 を冷熱衝撃試験やリフローにかけた場合
には、上記不安定な接合状態の接合がオープンすなわち接合不良となってしまう
可能性があった。これに対して、上記第 6 実施形態では、図 1 1 C のごとく
先端が大略円錐状のバンプ 1 0 3 が回路基板 4 の電極 5 に対して寸法 Z だけズ
20 レて実装された場合においても、バンプ 1 0 3 が円錐形であるため、バンプ 1
0 3 の外径の半分までのズレである場合は、バンプ 1 0 3 の一部が必ず基板 4
の電極 5 と接触することができ、冷熱衝撃試験やリフローにかけた場合でも接
合不良となることが防止できる。

(第 7 実施形態)

25 次に、第 7 実施形態にかかる回路基板への電子部品例えば I C チップの実装
方法及び装置及び上記実装方法により上記 I C チップが上記基板に実装された
電子部品ユニット若しくはモジュール例えば半導体装置を図 1 2 ～図 1 3 を用
いて説明する。この第 7 実施形態では、第 1 実施形態において、回路基板 4 へ

の I Cチップ 1 の接合したのちの熱硬化性樹脂の硬化時に I Cチップ 1 と回路基板 4 の応力を緩和することができるようにしたものである。

第 7 実施形態においては、絶縁性熱硬化性樹脂 6 m に無機フィラー 6 f を配合した固体又は半固体の異方性導電膜シート 1 0 又は熱硬化性接着剤 6 b を介在させながら、I Cチップ 1 の電極 2 に上記ワイヤボンディングにより形成されたバンプ 3 を、レベリングせずに、回路基板 4 の電極 5 と位置合わせする。例えば 230℃程度の一定温度に加熱されたツール 8 により I Cチップ 1 をその裏面から加熱しながら、上記 I Cチップ 1 を上記回路基板 4 に 1 バンプあたりセラミック基板の場合には圧力 $P_1 = 80 \text{ gf}$ 以上の加圧力により押圧し、上記基板 4 の反りの矯正を行いながら、上記 I Cチップ 1 と上記回路基板 4 の間に介在する上記異方性導電膜シート 1 0 又は熱硬化性接着剤 6 b を上記熱により硬化する。次に、一定時間 t_1 後、すなわち、全体時間を例えば 20 秒とすれば、材料の反応率により変わるが、その $1/4$ とか $1/2$ の 5 秒～10 秒後、言い換えれば、材料の反応率が 90% に達する前に、上記圧力 P_1 より低い圧力 P_2 まで下げて熱硬化性接着剤 6 b の硬化時の応力を緩和し、上記 I Cチップ 1 と上記回路基板 4 を接合して両電極 2, 5 を電氣的に接続する。好適には、バンプが変形していくためには最低限 20 gf 程度は必要であるため、すなわち、バンプの変形及び順応に必要な圧力を得るとともに、余分な樹脂を I Cチップ 1 と基板 4 との間から押し出すため、上記圧力 P_1 は 20 gf / バンプ以上である一方、バンプの変形等の前に樹脂内部に偏在した硬化歪み除去するため、圧力 P_2 は 20 gf / バンプ未満とすることにより、より信頼性が向上する。その理由は詳しくは以下のとおりである。すなわち、図 12C に示すように、異方性導電膜シート 1 0 又は熱硬化性接着剤 6 b 中の熱硬化性樹脂の応力分布は圧着時に I Cチップ 1 と基板 4 側とで大きくなっている。

このままでは、信頼性試験や通常の長期使用で繰り返し疲労が与えられると、I Cチップ 1 又は基板 4 側で異方性導電膜シート 1 0 又は熱硬化性接着剤 6 b 中の熱硬化性樹脂が応力に耐えきれずに剥離することがある。このような状態になると、I Cチップ 1 と回路基板 4 の接着力が十分でなくなり、接合部がオ

ープンすることになる。そこで、図13のように、より高い圧力 P_1 とより低い圧力 P_2 との2段階の圧力プロファイルを用いることにより、熱硬化性接着剤6bの硬化時に上記圧力 P_1 より低い圧力 P_2 まで下げることができて、図12Dのごとく、圧力 P_2 のときに樹脂内部に偏在した硬化歪み除去してICチップ1と回路基板4の応力を緩和する（言い換えれば、応力の集中度合いを減らす）ことができ、その後、上記圧力 P_1 まで上げることにより、バンプの変形及び順応に必要な圧力を得るとともに、余分な樹脂をICチップ1と基板4との間から押し出すことができ、信頼性が向上する。

なお、上記「ICチップ1と回路基板4の接着力」とは、ICチップ1と基板4をひつつける力のことを意味する。これは、接着剤による接着力と、接着剤を硬化したときの硬化収縮力と、Z方向の収縮力（例えば180℃に熱せられている接着剤が常温に戻るときに収縮するときの収縮力）のこれら3つの力によって、IC1と基板4とは接合されている。

（第8実施形態）

次に、第8実施形態にかかる回路基板への電子部品例えばICチップの実装方法及び装置及び上記実装方法により上記ICチップが上記基板に実装された電子部品ユニット若しくはモジュール例えば半導体装置を図12～図13を用いて説明する。この第8実施形態では、上記各実施形態において、上記絶縁性樹脂6mに配合する上記無機フィラー6fの平均粒径が3 μ m以上であるようにしたものである。ただし、上記無機フィラー6fの最大平均粒径は、ICチップ1と基板4との接合後の隙間寸法を超えない大きさとする。

もし、無機フィラー6fを絶縁性樹脂6mに配合するとき、平均粒径が3 μ m未満の細かな粒子を無機フィラー6fとして用いると、それらの粒子の表面積自体が全体として大きくなり、平均粒径が3 μ m未満の細かな粒子である無機フィラー6fの周りに吸湿することがあり、ICチップ1と基板4との接合において好ましくない。

従って、同じ重量の無機フィラー6fを配合する場合には、平均粒径が3 μ m以上の大きな無機フィラー6fを用いることで、無機フィラー6fの周りに

おける吸湿量を減らしめることができ、耐湿性を向上させることが可能となる。また、一般に、平均粒径（言い換えれば平均粒度）の大きな無機フィラーの方が安価であるため、コスト的にも好ましい。

なお、図24Aに示すように、ICチップ1と基板4との接合において従来のACF（Anisotropic Conductive Film：異方性導電膜）598を使用する工法では、ACF598中の導電粒子599をバンプ3と基板電極5との間に必ず挟むと同時に直径3～5 μ mの導電粒子が直径1～3 μ mまで押しつぶされて導電性を発揮させる必要がある。しかしながら、本発明の上記各実施形態では、導電粒子10aがあっても必ずしもバンプ3と基板電極5との間に挟む必要は無く、図24Bに示すようにバンプ3を基板電極5で押しつぶしながら圧着するので、この圧着のときにバンプ3と基板電極4との間の異方性導電層10とともに無機フィラー6fもバンプ3と基板電極4と間から抜け出ることになり、基板電極4とバンプ3の間に不要な無機フィラー6fが挟まることにより導電性を阻害することがほとんど無いという特徴に基づき、3 μ m以上の大きな平均粒径の無機フィラー6fを使用することができる。すなわち、本実施形態では、万が一、導電粒子10aがバンプ3と基板電極5との間に挟まれず、直径3～5 μ mの導電粒子10aが直径1～3 μ mまで押しつぶされて導電性を発揮することがなくても、バンプ3を基板電極5で押しつぶしながら圧着してバンプ3が基板電極5に電氣的に直接接触して電氣的導電性を得ているため、何ら問題はなく、無機フィラーによる影響を受けずに信頼性を向上することができる。すなわち、上記導電粒子10aは、バンプ3と基板電極5との直接接合において、導電粒子10aがバンプ3と基板電極5との間に挟まれた場合には、基板側の電極5とICチップ側のバンプ3との間での接続抵抗値を低下せしめることができるといった、付加的効果を奏するものである。

（第9実施形態）

次に、本発明の第9実施形態にかかる回路基板への電子部品例えばICチップの実装方法及び装置及び上記実装方法により上記ICチップが上記基板に実

- 装された電子部品ユニット若しくはモジュール例えば半導体装置を図 2 5, 2 6 を用いて説明する。図 2 5, 2 6 は、それぞれ、上記第 9 実施形態にかかる回路基板への電子部品例えば I C チップの実装方法及び装置により製造された接合状態の模式断面図及びそのときに使用される異方性導電膜シート 1 0 の部分拡大模式断面図である。この第 9 実施形態では、上記各実施形態において、上記異方性導電層 1 0 の上記絶縁性樹脂 6 m に配合する上記無機フィラー 6 f は、複数の異なる平均粒径を持つ無機フィラー 6 f - 1, 6 f - 2 とするものである。具体例としては、0. 5 μ m の平均粒径を持つ無機フィラーと、2 ~ 4 μ m の平均粒径を持つ無機フィラーとする。
- 10 上記第 9 実施形態によれば、複数の異なる平均粒径を持つ無機フィラー 6 f - 1, 6 f - 2 を絶縁性樹脂 6 m に混合することにより、絶縁性樹脂 6 m に混合する無機フィラー 6 f の量を増加させることができ、無機フィラーの周りにおける吸湿量を減らしめることができ、耐湿性を向上させることが可能となるとともに、フィルム化（固体化）することが容易になる。すなわち、重
- 15 量%で考えた場合、一種類の無機フィラーよりも、粒径の異なる無機フィラーを混在して入れた方が、単位体積あたりの無機フィラーの量を増やすことが可能である。これによって、封止シートとしての異方性導電膜シート 1 0 又は異方性導電膜形成用接着剤 6 b への無機フィラー 6 f の配合量を増加し、異方性導電膜シート 1 0 又は異方性導電膜形成用接着剤 6 b の線膨張係数を低下させる
- 20 ことができ、より長寿命化させることができ、信頼性を向上させることができる。

（第 1 0 実施形態）

- 次に、本発明の第 1 0 実施形態にかかる回路基板への電子部品例えば I C チップの実装方法及び装置及び上記実装方法により上記 I C チップが上記基板に
- 25 実装された電子部品ユニット若しくはモジュール例えば半導体装置においては、上記第 9 実施形態における効果をより確実なものとするため、さらに、上記複数の異なる平均粒径を持つ無機フィラー 6 f - 1, 6 f - 2 のうちの一方の無機フィラー 6 f - 1 の平均粒径は、他方の無機フィラー 6 f - 2 の平均粒径の

2倍以上異なっているものである。具体例としては、 $0.5\mu\text{m}$ の平均粒径を持つ無機フィラーと、 $2\sim 4\mu\text{m}$ の平均粒径を持つ無機フィラーとする。

このようにすることにより、上記第9実施形態での効果をより一層高めることができる。すなわち、一方の無機フィラー6f-1の平均粒径は、他方の無機フィラー6f-2の平均粒径の2倍以上異なっている複数の異なる平均粒径を持つ無機フィラー6f-1, 6f-2を絶縁性樹脂6mに混合することにより、絶縁性樹脂6mに混合する無機フィラー6fの量をより確実に増加させることができ、フィルム化（固体化）することがより容易になり、異方性導電膜シート10又は異方性導電膜形成用接着剤6bへの無機フィラー6fの配合量を増加し、異方性導電膜シート10又は異方性導電膜形成用接着剤6bの線膨張係数をより低下させることができ、より長寿命化させることができ、信頼性をより向上させることができる。

（第11実施形態）

次に、本発明の第11実施形態にかかる回路基板への電子部品例えばICチップの実装方法及び装置及び上記実装方法により上記ICチップが上記基板に実装された電子部品ユニット若しくはモジュール例えば半導体装置においては、上記第9実施形態における効果をより確実なものとするため、さらに、上記絶縁性樹脂6mに配合する上記無機フィラー6fは、複数の異なる平均粒径を持つ少なくとも2種類の無機フィラー6f-1, 6f-2であって、上記少なくとも2種類の無機フィラーのうちの一方の無機フィラー6f-1は $3\mu\text{m}$ を超える平均粒径を持ち、上記少なくとも2種類の無機フィラーのうちの他方の無機フィラー6f-2は $3\mu\text{m}$ 以下の平均粒径を持つことが好ましい。具体例としては、 $0.5\mu\text{m}$ の平均粒径を持つ無機フィラーと、 $2\sim 4\mu\text{m}$ の平均粒径を持つ無機フィラーとする。

（第12実施形態）

次に、本発明の第12実施形態にかかる回路基板への電子部品例えばICチップの実装方法及び装置及び上記実装方法により上記ICチップが上記基板に実装された電子部品ユニット若しくはモジュール例えば半導体装置においては、

上記各実施形態において、さらに、上記絶縁性樹脂 6 m に配合する上記無機フィラー 6 f は、複数の異なる平均粒径を持つ少なくとも 2 種類の無機フィラー 6 f - 1, 6 f - 2 であって、上記少なくとも 2 種類の無機フィラーのうちの平均粒径の大きい一方の無機フィラー 6 f - 1 は上記絶縁性樹脂 6 m と同一材料からなることにより、応力緩和作用を奏するようにすることもできる。具体例としては、 $0.5\ \mu\text{m}$ の平均粒径を持つ無機フィラーと、 $2\sim 4\ \mu\text{m}$ の平均粒径を持つ無機フィラーとする。

この第 1 2 実施形態によれば、第 9 実施形態での作用効果に加えて、平均粒径の大きい一方の無機フィラー 6 f - 1 は上記絶縁性樹脂 6 m と同一材料からなることにより、上記絶縁性樹脂 6 m に応力が作用したとき、平均粒径の大きい一方の無機フィラー 6 f - 1 が上記絶縁性樹脂 6 m と一体化することにより、応力緩和作用を奏することができる。

(第 1 3 実施形態)

次に、本発明の第 1 3 実施形態にかかる回路基板への電子部品例えば IC チップの実装方法及び装置及び上記実装方法により上記 IC チップが上記基板に実装された電子部品ユニット若しくはモジュール例えば半導体装置においては、上記各実施形態において、さらに、上記絶縁性樹脂 6 m に配合する上記無機フィラー 6 f は、複数の異なる平均粒径を持つ少なくとも 2 種類の無機フィラー 6 f - 1, 6 f - 2 であって、上記少なくとも 2 種類の無機フィラーのうちの平均粒径の大きい一方の無機フィラー 6 f - 1 は上記絶縁性樹脂 6 m であるエポキシ樹脂よりも柔らかく、上記一方の無機フィラー 6 f - 1 が圧縮されることにより、応力緩和作用を奏するようにすることもできる。

この第 1 3 実施形態によれば、第 9 実施形態での作用効果に加えて、平均粒径の大きい一方の無機フィラー 6 f - 1 は上記絶縁性樹脂 6 m と同一材料からなることにより、上記絶縁性樹脂 6 m に応力が作用したとき、平均粒径の大きい一方の無機フィラー 6 f - 1 が上記絶縁性樹脂 6 m であるエポキシ樹脂よりも柔らかいため、上記応力により、上記一方の無機フィラー 6 f - 1 が図 2 7 に示すように圧縮されてその周囲で圧縮に対する反力である引張力が分散され

ることにより、応力緩和作用を奏することができる。

(第14実施形態)

次に、本発明の第14実施形態にかかる回路基板への電子部品例えばICチップの実装方法及び装置及び上記実装方法により上記ICチップが上記基板に実装された電子部品ユニット若しくはモジュール例えば半導体装置においては、
5 上記各実施形態において、さらに、図28A、B、図29A、B、図30及び図31に示されるように、上記異方性導電層10は、上記ICチップ1又は上記基板4に接触する部分700又は層6xが、他の部分701又は層6yよりも上記無機フィラー量が少ないか、もしくは上記無機フィラー6fを配合しないようにすることができる。この場合、図28A、Bに示すように、上記IC
10 チップ1又は上記基板4に接触する部分700と、他の部分701とを明確に区別することなく、徐々に無機フィラー量が変わるようにしてもよいし、図29A、B及び図30、図31に示すように明確に区別するようにしてもよい。
すなわち、図29A、B及び図30、図31において、上記異方性導電層10
15 は、上記ICチップ1又は上記基板4に接触する部分に位置されかつ上記絶縁性樹脂6mと同一の絶縁性樹脂に上記無機フィラー6fを配合した第1樹脂層6xと、上記第1樹脂層6xに接触し、かつ、上記第1樹脂層6xよりも上記無機フィラー量が少ないか、もしくは上記無機フィラー6fを配合しない上記絶縁性樹脂で構成される第2樹脂層6yとを備えて多層構造にすることもできる。
20 する。

このようにすれば、以下のような効果を奏することができる。すなわち、もし、上記無機フィラー6fを異方性導電層全体に同じ重量パーセント(w
t%)で入れると、ICチップ側又は基板側又はその両方の対向面の近傍に無機フィラー6fが多くなることがあり、ICチップ1と基板4との中間部分では逆に少なくなる。この結果、ICチップ側又は基板側又はその両方の対向面の近傍に無機フィラー6fが多いため、異方性導電層10とICチップ1又は
25 基板4又はその両方との間での接着力が低下することがある。上記第14実施形態によれば、上記ICチップ1又は上記基板4のいずれか一方に接触する部

分700又は層6xが、他の部分701又は層6yよりも上記無機フィラー量が少ないか、もしくは上記無機フィラー6fを配合しないようにすることにより、無機フィラー量が多いために接着力が低下することを防止できる。

以下に、この第14実施形態の種々の変形例について説明する。

- 5 まず、第1の変形例として、図28C、図29C及び図32Aに示されるように、上記異方性導電層10は、上記ICチップ1及び上記基板4の両方にそれぞれ接触する部分700が、他の部分701よりも上記無機フィラー量が少ないか、もしくは上記無機フィラー6fを配合しないようにすることもできる。この場合も、図28Cに示すように、上記ICチップ1及び上記基板4の両方に接触する部分700と、他の部分701とを明確に区別することなく、徐々に無機フィラー量が変わるようにしてもよいし、図29C及び図32Aに示されるように、明確に区別するようにしてもよい。すなわち、図29C及び図32Aにおいて、上記異方性導電層10は、上記第1樹脂層6xの上記第2樹脂層6yとは反対側に、上記第1樹脂層6xよりも上記無機フィラー量が少ないか、もしくは上記無機フィラー6fを配合しない上記絶縁性樹脂で構成される第3樹脂層6zをさらに備えて多層構造とし、上記第1樹脂層6xと上記第3樹脂層6zは、それぞれ、上記ICチップ1と上記基板4とに接触するようにすることもできる。
- 10
- 15

- 20 さらに、別の変形例として、上記ICチップ1又は上記基板4又はその両方にそれぞれ接触する部分700は、その上記無機フィラー量が20wt%未満か、もしくは上記無機フィラー6fを配合しないようにする一方、上記他の部分701はその上記無機フィラー量が20wt%以上であるようにすることもできる。この場合、図28A、B、Cに示すように上記ICチップ1又は上記基板4又は両方に接触する部分700と、他の部分701とを明確に区別することなく、徐々に無機フィラー量が変わるようにしてもよいし、図29A、B、図29C、図30、図31、及び図32Aに示すように明確に区別するようにしてもよい。すなわち、上記第1樹脂層6x又は第1樹脂層6x及び上記第3樹脂層6zは、その上記無機フィラー量が20wt%未満か、もしくは上記無
- 25

機フィラー 6 f を配合しないようにする一方、上記第 2 樹脂層 6 y はその上記無機フィラー量が 20 wt % 以上であるようにすることもできる。

具体例としては、上記第 2 樹脂層 6 y は、絶縁性樹脂 6 m として熱硬化性エポキシ樹脂としたとき、セラミック基板の場合には 50 wt % であり、ガラエポ基板の場合は 20 wt % とする。また、一例として、第 1 樹脂層 6 x 又は第 3 樹脂層 6 z 又はその両方の厚さは 15 μ m、第 2 樹脂層 6 y の厚さは 40 ~ 60 μ m とする。また、上記異方性導電層 10 の厚さは、IC チップ 1 と基板 4 との接合後の隙間寸法よりも大きな寸法として、IC チップ 1 と基板 4 との接合時に IC チップ 1 と基板 4 との間に完全に満たされるようにして接合をより確実なものとする。

また、別の変形例として、図 28 C、図 29 C 及び図 32 A に示す変形例と無機フィラーの配合量を逆にするようにしてもよい。すなわち、図 28 D に示されるように、上記異方性導電層 10 は、上記 IC チップ 1 及び上記基板 4 の両方にそれぞれ接触する部分 703 の中間部分 702 が、上記 IC チップ 1 及び上記基板 4 の両方にそれぞれ接触する部分 703 よりも上記無機フィラー量が少ないか、もしくは上記無機フィラー 6 f を配合しないようにすることもできる。この場合も、上記 IC チップ 1 又は上記基板 4 又は両方に接触する部分 703 と、中間部分 702 とを明確に区別することなく、徐々に無機フィラー量が変わるようにしてもよいし、図 29 D 及び図 32 B に示されるように、明確に区別するようにしてもよい。すなわち、図 29 D 及び図 32 B に示されるように、上記異方性導電層 10 は、上記 IC チップ 1 及び上記基板 4 に接触する部分に位置されかつ上記無機フィラー 6 f を配合した絶縁性樹脂 6 m で構成される第 4 樹脂層 6 v と、上記 IC チップ 1 と上記基板 4 との中間部分に位置されかつ上記第 4 樹脂層 6 v よりも上記無機フィラー量が少ないか又は含まれていない絶縁性樹脂 6 m で構成される第 5 樹脂層 6 w とを備えるようにすることもできる。

このようにすれば、上記 IC チップ 1 と上記基板 4 との上記中間部分 702 又は上記第 5 樹脂層 6 w では、上記 IC チップ 1 と上記基板 4 とにそれぞれ接

触する部分 703 又は上記第 4 樹脂層 6v よりも上記無機フィラー量が少ないか又は含まれていないため、弾性率が低くなり、応力緩和効果を奏することができる。また、上記 IC チップ 1 と上記基板 4 とにそれぞれ接触する部分 703 又は上記第 4 樹脂層 6v の絶縁性樹脂として IC チップ 1 と基板 4 とに対する密着力の高いものを選択して使用すれば、上記 IC チップ 1 に接触する部分 703 又は IC チップ 1 の近傍部分の上記第 4 樹脂層 6v では、IC チップ 1 の線膨張係数にできるだけ近くなるように無機フィラー 6f の配合量又は材料を選択する一方、上記基板 4 に接触する部分 703 又は基板 4 の近傍部分の上記第 4 樹脂層 6v では、基板 4 の線膨張係数にできるだけ近くなるように無機フィラー 6f の配合量又は材料を選択することができる。この結果、上記 IC チップ 1 に接触する部分 703 又は IC チップ 1 の近傍部分の上記第 4 樹脂層 6v と IC チップ 1 との線膨張係数が接近するため、両者の間での剥離が生じにくくなるとともに、上記基板 4 に接触する部分 703 又は基板 4 の近傍部分の上記第 4 樹脂層 6v と基板 4 との線膨張係数が接近するため、両者の間での剥離が生じにくくなる。

さらに、図 33A, B に実線で示すように、上記異方性導電層 10 は、上記 IC チップ 1 又は上記基板 4 のいずれか一方に接触する部分 P1 から他の部分 P2 に向かって、上記無機フィラー量が徐々に又は段階的に少なくなるようにすることもできる。

また、図 33C, D に実線で示すように、上記異方性導電層 10 は、上記 IC チップ 1 及び上記基板 4 にそれぞれ接触する部分 P3, P4 から他の部分すなわち IC チップ 1 と上記基板 4 との中間部分 P5 に向かって、上記無機フィラー量が徐々に又は段階的に多くなるようにすることもできる。

また、図 33E に実線で示すように、上記異方性導電層 10 は、上記 IC チップ 1 及び上記基板 4 にそれぞれ接触する部分（図 28D の変形例における接触部分 703 に相当する部分）から、上記 IC チップ 1 及び上記基板 4 との中間部分（図 28D の変形例における中間部分 702 に相当する部分）に向かって、上記無機フィラー量が徐々に少なくなるようにすることもできる。

また、図 3 3 F に実線で示すように、上記異方性導電層 1 0 は、上記 I C チップ 1 の近傍部分、次いで、上記基板 4 の近傍部分、次いで、上記 I C チップ 1 の近傍部分と上記基板 4 の近傍部分との中間部分の順に上記無機フィラー量が少ないようにすることもできる。なお、図 3 3 F では、上記順に徐々に上記無機フィラー量が変化するように例示しているが、これに限られるものではなく、段階的に変化するようにしてもよい。

上記図 3 3 E, F の変形例のようにすれば、上記 I C チップ 1 と上記基板 4 との中間部分では、上記 I C チップ 1 及び上記基板 4 にそれぞれ接触する部分よりも上記無機フィラー量が少ないか又は含まれていないため、弾性率が低くなり、応力緩和効果を奏することができる。また、上記 I C チップ 1 及び上記基板 4 にそれぞれ接触する部分の絶縁性樹脂として I C チップ 1 と基板 4 とに対する密着力の高いものを選択して使用すれば、I C チップ 1 に接触する部分では、I C チップ 1 の線膨張係数にできるだけ近くなるように無機フィラー 6 f の配合量又は材料を選択する一方、基板 4 に接触する部分では、基板 4 の線膨張係数にできるだけ近くなるように無機フィラー 6 f の配合量又は材料を選択することができる。この観点で無機フィラー 6 f の配合量を決定すると、通常は、図 3 3 F に実線で示すように、上記 I C チップ 1 の近傍部分、次いで、上記基板 4 の近傍部分、次いで、上記 I C チップ 1 の近傍部分と上記基板 4 の近傍部分との中間部分の順に上記無機フィラー量が少なくなる。このような構成とすることにより、I C チップ 1 に接触する部分と I C チップ 1 との線膨張係数が接近するため、両者の間での剥離が生じにくくなるとともに、基板 4 に接触する部分と基板 4 との線膨張係数が接近するため、両者の間での剥離が生じにくくなる。

図 3 3 A ~ F のいずれの場合でも、実用上、上記無機フィラー量は 5 ~ 9 0 w t % の範囲内とすることが好ましい。5 w t % 未満では無機フィラー 6 f を混合する意味がない一方、9 0 w t % を超えると、接着力が極度に低下するとともに、シート化するのが困難になるため好ましくないためである。

なお、上記のような複数の樹脂層 6 x, 6 y 又は 6 x, 6 y, 6 z で構成さ

れる多層構造の膜を異方性導電層として用いて I Cチップ 1 を基板 4 に熱圧着した場合には、接合時の熱により絶縁性樹脂 6 m が軟化、熔融して上記樹脂層が混じり合うので、最終的には、各樹脂層の明確な境界が無くなり、図 3 3 のように傾斜した無機フィラー分布となる。

- 5 さらに、上記第 1 4 実施形態又は各変形例において、無機フィラー 6 f の入った部分又は層を有する異方性導電層、又は、無機フィラー分布が傾斜した異方性導電層において、上記部分又は樹脂層に応じて、異なった絶縁性樹脂を用いることも可能である。例えば、I Cチップ 1 に接触する部分又は樹脂層では、I Cチップ表面に用いられる膜素材に対して密着性を向上させる絶縁性樹脂を用いる一方、基板 4 に接触する部分又は樹脂層では、基板表面の材料に対して密着性を向上させる絶縁性樹脂を用いることも可能となる。
- 10

- 上記第 1 4 実施形態及びそれらの上記種々の変形例によれば、I Cチップ 1 又は上記基板 4 と異方性導電層 1 0 との接合界面では無機フィラー 6 f が存在しないかその量が少なく、絶縁性樹脂本来の接着性が発揮されて、上記接合界面で接着性の高い絶縁性樹脂が多くなり、I Cチップ 1 又は上記基板 4 と絶縁性樹脂 6 m との密着強度を向上させることができ、I Cチップ 1 又は上記基板 4 との接着性が向上する。これにより、各種信頼性試験での寿命が向上するとともに、曲げに対しての剥離強度が向上する。
- 15

- もし、接着そのものには寄与しないが線膨張係数を下げる効果を持つ無機フィラー 6 f が絶縁性樹脂 6 m 中に均一に分散されていると、基板 4 又は I Cチップ表面に無機フィラー 6 f が接触し、接着に寄与する接着剤の量が減少することになり、接着性の低下を招く。この結果、もし I Cチップ 1 または基板 4 と接着剤の間で剥離が生じると、そこから水分が侵入し、I Cチップ 1 の電極の腐食などの原因となる。また、剥離部分から剥がれが進行すると、I Cチップ 1 と基板 4 の接合そのものが不良となり、電氣的に接続不良となる。
- 20
- 25

 これに対して、上記第 1 4 実施形態及びそれらの上記種々の変形例によれば、上記したように、無機フィラー 6 f による線膨張係数を下げる効果を持たせたまま接着力を向上させることができる。これによって、I Cチップ 1 及び基板

4との密着強度が向上し、信頼性が向上する。

さらに、無機フィラー6 fの少ない部分7 0 0又は樹脂層6 xをI Cチップ側に配置した場合、又は、I Cチップ側において無機フィラー分布を小さくした場合には、当該部分7 0 0又は樹脂層6 xは、I Cチップ表面の窒化シリコンや酸化珪素からなるパッシベーション膜に対して密着力を向上させることが可能となる。また、これらI Cチップ表面に用いられる膜素材に対して密着性を向上させる絶縁性樹脂を適宜選択して用いることも可能となる。また、I Cチップ近傍での弾性率を下げることで、異方性導電層の一例である封止シート材料のなかでの応力集中が緩和される。基板4に用いられる材料がセラミックのように固い（弾性率の高い）場合には、このような構造をとると、基板近傍での封止シート材料との弾性率、線膨張係数がマッチングして、尚、好適である。

一方、無機フィラー6 fの少ない部分7 0 0又は樹脂層6 xを基板側に配置した場合には、又は、基板側において無機フィラー分布を小さくした場合には、樹脂基板やフレキシブル基板（F P C）などのように基板4に曲げが加わるような場合において、基板4を電子機器の筐体に組み込む際に曲げ応力が加わるようなとき、基板4と異方性導電層の一例である封止シートとの密着強度を向上する目的で用いることができる。I Cチップ側の表面層がポリイミド膜で形成された保護膜よりなる場合においては、一般に、絶縁性樹脂の密着が良好で、問題とならない場合にI Cチップ1から基板4にかけて、弾性率と線膨張係数が連続的または段階的に変化することで、I Cチップ側で封止シートが固く、基板側では柔らかい材料とすることができる。これにより、封止シート内部での応力発生が小さくなることから信頼性が向上する。

さらに、I Cチップ側と基板側の両側に無機フィラー6 fの少ない部分7 0 0又は樹脂層6 x、6 zを配置した場合、又は、I Cチップ側と基板側の両側において無機フィラー分布を小さくした場合には、上記I Cチップ側と基板側との2つの場合を両立させるものであり、I Cチップ側及び基板側の両方での密着性を向上させることができるとともに、線膨張係数を下げてI Cチップ1

と基板 4 の両者を高い信頼性で接続させることができる。また、I C チップ側表面の材質及び基板材質に応じて、より密着性、樹脂塗れ性の良好な絶縁性樹脂を選択して用いることができる。また、これらの無機フィラー 6 f の量の多い少ないの傾斜は自由に変えることができるので、無機フィラー 6 f の少ない部分又は層を極薄くしたりすることで、基板材料とのマッチングが可能である。

(第 15 実施形態)

次に、本発明の第 15 実施形態においては、上記第 8 ～ 14 実施形態及びそれらの変形例にかかる回路基板への電子部品例えば I C チップの実装方法及び装置及び上記実装方法により上記 I C チップが上記基板に実装された電子部品ユニット若しくはモジュール例えば半導体装置により使用される異方性導電層の製造工程を図 34、図 35 に基づいて説明する。

まず、直接、回路基板 4 上で異方性導電層を形成する場合には、回路基板 4 の上に、第 1 樹脂シートを貼付け、その上に第 2 樹脂シートを貼付ける。このとき、第 1 樹脂シートに無機フィラー 6 f が多い場合は図 28 A または図 30 のようになり、逆の場合には図 28 B または図 31 のようになる。すなわち、前者の場合には、第 1 樹脂シートは上記無機フィラー 6 f が多い部分 701 又は第 2 樹脂層 6 y に対応する樹脂シートであり、後者の場合には、上記無機フィラー 6 f が少ない部分 700 又は第 1 樹脂層 6 x に対応する樹脂シートとなる。

また、第 2 樹脂シートの上にさらに第 3 樹脂シートを形成して、第 1 樹脂シートと第 3 樹脂シートとが無機フィラー 6 f が少ない部分 700 又は第 1 樹脂層 6 x に対応する場合には、図 28 C または図 32 A のようになる。

また、これらを、図 34、図 35 に示すように、予めセパレータと呼ばれるベースフィルム 672 上で、第 1 樹脂シート 673 と第 2 樹脂シート 674 とをこの順に（図 34、図 35 にはこの場合のみ示す。）、又はこれとは逆に、又はさらに第 3 樹脂シートをも、貼り付けて形成してもよい。この場合には、図 34、図 35 のように、上下一対の加熱可能なローラ 670、270 など複数回の樹脂シート 673、674 を、必要に応じて加熱しつつ、貼り付けてい

く。その後、形成された樹脂シート体 671 を所定寸法毎に切断すれば、図 28A~C, 図 29A~C, 図 30~32 のいずれかに示すような上記異方性導電膜シート 10 となる。

5 また、別の変形例として、異方性導電膜シート 10 が連続した異方性導電膜シート体を作製する際には、溶剤に溶かしたエポキシ及び無機フィラーをドクターブレード法などによりセパレーターと呼ばれるベースフィルム上に塗布する。この溶剤を乾燥させて異方性導電膜シート体が製作される。

10 このとき、一旦、無機フィラー 6f の濃度が低いか、又は、無機フィラー 6f が入っていない液体状の絶縁性樹脂を第 1 層としてベースフィルム上に塗布し、場合によっては、その塗布された第 1 層の乾燥を行う。乾燥しない場合には、無機フィラー 6f が、若干、第 1 層に第 2 層の無機フィラー 6f が混入していき、図 33 のように無機フィラー分布が傾斜した構造となる。

15 上記塗布形成された第 1 層の上に、無機フィラー 6f を第 1 層よりも多く混入した液体状の絶縁性樹脂を塗布して第 2 層とする。第 2 層を乾燥することにより、ベースフィルム上に第 1 層と第 2 層とが形成された 2 層構造の異方性導電膜シート体が形成できる。異方性導電膜シート体を所定寸法毎に切断すれば、図 28A, 図 29A, 図 30 に示すような上記異方性導電膜シート 10 となる。

20 なお、基板側に無機フィラー 6f が少ない層を配置する場合には、上記と逆の工程、すなわち、ベースフィルム上に第 2 層を形成したのち、第 2 層上に第 1 層を形成して、2 層構造の異方性導電膜シート体が形成できる。異方性導電膜シート体を所定寸法毎に切断すれば、図 28B, 図 29B, 図 31 に示すような上記異方性導電膜シート 10 となる。

25 また、一旦、無機フィラー 6f の濃度が低い、又は、無機フィラー 6f が入っていない絶縁性樹脂 6m を第 1 層として塗布乾燥（省略されることもある。）し、第 1 層の上に無機フィラー 3f を第 1 層よりも多く混入した絶縁性樹脂を塗布して第 2 層として塗布乾燥（省略されることもある。）し、この上に無機フィラーの量が第 2 層より少ないまたは無い第 3 層を塗布する。これを乾燥することにより、ベースフィルム上に第 1 層と第 2 層と第 3 層とが形成さ

れた3層構造の異方性導電膜シート体が形成できる。異方性導電膜シート体を所定寸法毎に切断すれば、図28C、図29C、図32Aに示すような上記異方性導電膜シート10となる。

5 上記直接、回路基板4上で異方性導電層を形成する方法によれば、上記電子部品ユニットを製造する側で、上記異方性導電層において、電子部品に最適な材料の樹脂を選択して電子部品側に配置する一方、基板に最適な材料の樹脂を選択して基板側に配置することができ、樹脂の選択の自由度を高めることができる。

10 これに対して、異方性導電膜シート体を製造する方法では、上記したほど選択の自由度は無いが、一括して多数の上記異方性導電膜シート10を製造することかできて、製造効率が良いとともに安価なものとなるとともに、貼り付け装置が1台で十分になる。

15 上記したように、本発明の上記各実施形態によれば、電子部品例えばICチップと回路基板を接合するのに従来要した工程の多くを無くすことができ、非常に生産性を向上させることができる。すなわち、例えば、従来例として記載したスタッド・バンプ・ボンディングや半田バンプによる接合では、フリップチップ接合した後に封止材を注入してバッチ炉に入れて硬化する必要がある。この封止材の注入には、1ヶあたり数分、また、封止材の硬化に、2から5時間を要する。スタッド・バンプ・ボンディング実装においては、さらにその前
20 行程として、バンプにAgペーストを転写して、これを基板に搭載した後、Agペーストを硬化するという工程が必要となる。この工程には2時間を要する。これに対して、上記実施形態の方法では、上記封止工程を無くすことができ、非常に生産性を向上させることができる。さらに、上記実施形態では、固体又は半固体の絶縁性樹脂の封止シート等を用いることにより、例えば分子量の大きなエポキシ樹脂を用いることができることとなり、10～20秒程度の短時間
25 で接合が可能となり、接合時間の短縮も図ることができ、さらに生産性を向上させることができる。さらに、以下のような効果をも奏することができる。

(1) バンプ形成

5 バンプをメッキで形成する方法（従来例3）では、専用のバンプ形成工程を
半導体メーカーで行う必要があり、限定されたメーカーでしかバンプの形成が
できない。ところが、本発明の上記実施形態によれば、ワイヤボンディング装
置により、汎用のワイヤボンディング用のICチップを用いることができ、IC
10 ICチップの入手が容易となる。すなわち、汎用のワイヤボンディング用のIC
チップを用いることができる理由は、ワイヤボンディングであれば、AIパッ
ドが形成された通常のICパッド上に、ワイヤボンディング装置やバンプボン
ディング装置を用いてバンプが形成可能であるからである。一方、バンプをメ
ッキで形成する方法（従来例3）によりメッキバンプを形成するには、AIパ
15 ッドの上に、Ti、Cu、Crなどのバリヤメタルを形成したのちにレジスト
をスピコートで塗布し、露光してバンプ形成部のみ穴をあける。これに電気
を通電して、その穴部分にAuなどからなるメッキを行うことで形成する。従
って、メッキバンプを形成するには、大規模なメッキ装置や、シアン化合物な
どの危険物の廃液処理装置を必要とするので、通常のアセンブリ工程を行う工
20 場では現実には実施不可能である。

また、従来例1の方法に比べて、導電性接着剤の転写といった不安定な転写
工程での接着剤の転写量を安定させるためのバンプレベリングが不要となり、
そのようなレベリング工程用のレベリング装置が不要となる。その理由は、バ
ンプを押圧しながら基板の電極上で押しつぶすため、予めバンプだけをレベリ
25 ングしておく必要がないためである。

また、上記実施形態において以下のようにすれば、バンプ103を回路基板
4の電極5にズレて実装された場合においても、信頼性の高い接合を達成する
こともできる。すなわち、バンプ3をICチップ1上に形成する際にワイヤボ
ンディングと同様に金線を電気スパークにより金ボール96aを形成する。次
30 に、95aで示す直径 $\Phi d-Bump$ のボール96aを形成し、これをチャム
ファー角 θc が 100° 以下となるキャピラリー193の93aで示すチャム
ファー直径 ϕD を金ボール96aの直径 $d-Bump$ の $1/2$ から $3/4$ とし、
キャピラリー193の金ボール96aと接する部分に平らな部位を設けない先

端形状としたキャピラリー 193 で IC チップ 1 の電極 2 に超音波及び熱圧着によりバンプ 103 を形成する。上記形状のキャピラリー 193 を用いることで図 10B のような先端が大略円錐状のバンプ 103 を IC チップ 1 の電極 2 に形成することができる。上記方法で形成したバンプ 103 を回路基板 4 の電極 5 に図 11C のごとく寸法 Z だけズレて実装された場合においても、バンプ 103 がその先端が大略円錐形であるためバンプ 103 の外径の半分までのズレである場合はバンプ 103 の一部が必ず基板 4 の電極 5 と接触することができる。従来のバンプ 3 の図 11D ではバンプ 3 のいわゆる台座 3g の幅寸法 d の一部が接触するが、部分的にしか接触せず不安定な接合となる。これを冷熱衝撃試験やリフローにかけた場合に接合部分がオープンとなる。本発明では、このような不安定な接合がなくなり、生産歩留まりと信頼性の高い接合を提供することができる。

(2) IC チップと回路基板の接合

従来例 2 の方法によれば、接続抵抗は、バンプと回路基板の電極の間に存在する導電粒子の数に依存していたが、本発明の上記実施形態では、IC チップ側電極と基板側電極との間の電氣的導通のために導電粒子を両電極間に挟み込む必要が無く、独立した工程としてのレベリング工程においてバンプ 3 をレベリングせずに回路基板 4 の電極 5 に従来例 1、2 よりも強い荷重（例えば、1 バンプ 3 あたり 20 gf 以上の加圧力）で押しつけてバンプ 3 と電極 5 とを直接的に接合することができるため、介在する粒子数に接続抵抗値が依存せず、安定して接続抵抗値が得られる。すなわち、上記導電粒子 10a は、バンプ 3 と基板電極 5 との直接接合において、導電粒子 10a がバンプ 3 と基板電極 5 との間に挟まれた場合には、基板側の電極 5 と IC チップ側のバンプ 3 との間での接続抵抗値を低下せしめることができるといった、付加的効果を奏するものである。

また、従来のレベリング工程では基板電極との接合時のバンプ高さを一定に整えるために行っているが、本発明の上記各実施形態ではバンプ 3 の押しつぶしを電極 2 又は 5 への接合と同時に行うことができるので、独立したレベリン

グ工程が不要であるばかりでなく、接合時に回路基板 4 の反りやうねりを変形させて矯正しながら接合することができるので、又は、バンプ 3, 103 に付着させた導電性ペーストを硬化して接合時に導電性ペーストを変形させることにより、バンプ 3, 103 のレベリングを一切不要として、接合時に回路基板 4 の反りやうねりを変形させて矯正しながら接合するので、反りやうねりに強い。

ところで、従来例 1 では $10\mu\text{m}/\text{IC}$ チップ（1 個の IC チップ当たり $10\mu\text{m}$ の厚み反り寸法精度が必要であることを意味する。）、従来例 2 では $2\mu\text{m}/\text{IC}$ 、従来例 3 でも $1\mu\text{m}/\text{IC}$ チップ（バンプ高さバラツキ $\pm 1\mu\text{m}$ 以下）というような高精度の基板 4 やバンプ 3, 103 の均一化が必要であり、実際上は、LCD に代表されるガラス基板が用いられている。これに対して、本発明の上記実施形態によれば、接合時に回路基板 4 の反りやうねりを変形させて矯正しながら接合するので、反りやうねりのある平面度の悪い基板、例えば、樹脂基板、フレキシブル基板、多層セラミック基板などを用いることができ、より低廉で汎用性のある IC チップの接合方法を提供することができる。

また、IC チップ 1 と回路基板 4 との間の熱硬化性樹脂 6 m の体積を IC チップ 1 と回路基板 4 との間の空間の体積より大きくするようにすれば、この空間からはみ出すように流れ出て、封止効果を奏することができる。よって、従来例 1 で必要とした導電性接着剤で IC チップと回路基板を接合した後に IC チップの下に封止樹脂（アンダーフィルコート）を行う必要がなく、工程を短縮することができる。

なお、無機フィラー 6 f を熱硬化性樹脂 6 m にその 5 ~ 90 wt % 程度配合することにより、熱硬化性樹脂の弾性率、熱膨張係数を基板 4 に最適なものにコントロールすることができる。これに加えて、通常のメッキバンプでこれを利用すると、バンプと回路基板の間に無機フィラーが入り込み、接合信頼性が低くなる。しかしながら、本発明の上記実施形態のようにスタッドバンプ（ワイヤーボンディングを応用した形成方法）を用いるようにすれば、接合開始当初に熱硬化性樹脂 6 m 中に入り込んできた尖っているバンプ 3, 103 により、

無機フィラー 6 f を、よって、熱硬化性樹脂 6 m を、バンプ 3, 103 の外側方向へ押し出すことにより、バンプ 3, 103 が変形していく過程で無機フィラー 6 f と熱硬化性樹脂 6 m をバンプ 3, 103 と電極 5, 2 の間から押し出し、不要な介在物を存在させないようにすることができ、より信頼性を向上させることができる。

以上、本発明によれば、従来の接合工法よりも生産性よく、低廉な電子部品例えば IC チップと回路基板の接合方法及びその装置を提供することができる。

なお、上記第 1 実施形態においては、レベリングをしない図 1 に示すようなバンプ 3 の他、図 37A, B にそれぞれ示すようなレベリング済みのスタッドバンプ 300, 301 を有する IC チップ 1 と基板 4 との間での接合にも適用することができる。この場合、レベリング工程は必要となるが、封止工程が不要となるなどの他の効果は奏することができる。また、上記バンプは、めっき又は印刷により、外観が図 37A, B と大略同様に形成されたバンプを使用することもできる。例えば、IC チップの電極上にチタンやニッケルや金をこの順にめっきでバンプを形成したり、アルミニウムやニッケルなどと合成樹脂とを混合したペーストを IC チップの電極上に印刷して乾燥又は硬化させることにより、ポリマーバンプを形成することもできる。特に、レベリングしたバンプやめっき又は印刷により形成したバンプを使用する場合、バンプの変形量を少ないため、万が一、無機フィラーがバンプと基板電極との間に挟まれてしま

ってバンプと基板電極との間の電氣的接続が不安定になる恐れがあるが、バンプと基板電極との間に導電粒子 10a も挟まれることになり、この導電粒子 10a によりバンプと基板電極との間の導通を確保することができる。

上記したように、本発明によれば、電子部品と回路基板を接合するのに従来要した工程の多くを無くすことができ、非常に生産性を向上させることができる。

さらに、以下のような効果をも奏することができる。

(1) バンプ形成

バンプをメッキで形成する方法（従来例 3）では、専用のバンプ形成工程を

半導体メーカーで行う必要があり、限定されたメーカーでしかバンプの形成ができない。ところが、本発明によれば、ワイヤボンディング装置により、電子部品の例として汎用のワイヤボンディング用のICチップを用いることができ、ICチップの入手が容易となる。

- 5 また、従来例1の方法に比べて、導電性接着剤の転写といった不安定な転写工程での接着剤の転写量を安定させるためのバンプレベリングが不要となり、そのようなレベリング工程用のレベリング装置が不要となる。

10 また、先端が大略円錐状のバンプを電子部品の電極に形成すれば、バンプを回路基板の電極にズレて実装された場合においても、バンプがその先端が大略円錐形であるためバンプの外径の半分までのズレである場合はバンプの一部が必ず基板の電極と接触することができる。従来のバンプではバンプのいわゆる台座の一部が接触するが、部分的にしか接触せず不安定な接合となる。これを冷熱衝撃試験やリフローにかけた場合に接合部分がオープンとなる。本発明では、このような不安定な接合がなくなり、生産歩留まりと信頼性の高い接合を
15 提供することができる。

(2) ICチップと回路基板の接合

20 従来例2の方法によれば、接続抵抗は、バンプと回路基板の電極の間に存在する導電粒子の数に依存していたが、本発明では、電子部品側電極と基板側電極との間の電氣的導通のために導電粒子を両電極間に挟み込む必要が無く、独立した工程としてのレベリング工程においてバンプをレベリングせずに回路基板の電極に従来例1、2よりも強い荷重（例えば、1バンプあたり20gf以上の加圧力）で押しつけてバンプと電極とを直接的に接合することができるため、介在する粒子数に接続抵抗値が依存せず、安定して接続抵抗値が得られる。すなわち、上記導電粒子は、バンプと基板電極との直接接合において、導電粒子がバンプと基板電極との間に挟まれた場合には、基板側の電極と電子部品側のバンプとの間での接続抵抗値を低下せしめることができるといった、付加的
25 効果を奏するものである。

 また、従来のレベリング工程では基板電極との接合時のバンプ高さを一定に

整えるために行っているが、本発明ではバンプの押しつぶしを電極への接合と同時に行うことができるので、独立したレベリング工程が不要であるばかりでなく、接合時に回路基板の反りやうねりを変形させて矯正しながら接合することができるので、又は、バンプに付着させた導電性ペーストを硬化して接合時に導電性ペーストを変形させることにより、バンプのレベリングを一切不要として、接合時に回路基板の反りやうねりを変形させて矯正しながら接合するので、反りやうねりに強い。

ところで、従来例 1 では $10\ \mu\text{m}/\text{IC}$ チップ（1 個の IC チップ当たり $10\ \mu\text{m}$ の厚み反り寸法精度が必要であることを意味する。）、従来例 2 では $2\ \mu\text{m}/\text{IC}$ 、従来例 3 でも $1\ \mu\text{m}/\text{IC}$ チップ（バンプ高さバラツキ $\pm 1\ \mu\text{m}$ 以下）というような高精度の基板やバンプの均一化が必要であり、実際上は、LCD に代表されるガラス基板が用いられている。これに対して、本発明によれば、接合時に回路基板の反りやうねりを変形させて矯正しながら接合することができるので、反りやうねりのある平面度の悪い基板、例えば、樹脂基板、フレキシブル基板、多層セラミック基板などを用いることができ、より低廉で汎用性のある IC チップの接合方法を提供することができる。

また、電子部品と回路基板との間の絶縁性樹脂の体積を電子部品と回路基板との間の空間の体積より大きくするようにすれば、この空間からはみ出すように流れ出て、封止効果を奏することができる。よって、従来例 1 で必要とした導電性接着剤で IC チップと回路基板を接合した後に IC チップの下に封止樹脂（アンダーフィルコート）を行う必要がなく、工程を短縮することができる。

なお、無機フィラーを絶縁性樹脂にその $5\sim 90\ \text{wt}\%$ 程度配合することにより、絶縁性樹脂の弾性率、熱膨張係数を基板に最適なものにコントロールすることができる。これに加えて、通常のメッキバンプでこれを利用すると、バンプと回路基板の間に無機フィラーが入り込み、接合信頼性が低くなる。しかしながら、本発明のようにスタッドバンプ（ワイヤーボンディングを応用した形成方法）を用いるようにすれば、接合開始当初に絶縁性樹脂中に入り込んできた尖っているバンプにより、無機フィラーを、よって、絶縁性樹脂を、バン

プの外側方向へ押し出さすことにより、バンプが変形していく過程で無機フィラーと絶縁性樹脂をバンプと電極の間から押し出し、不要な介在物を存在させないようにすることができ、より信頼性を向上させることができる。

5 また、同じ重量の無機フィラーを配合する場合には、平均粒径が $3\mu\text{m}$ 以上の大きな無機フィラーを用いるようにするか、複数の異なる平均粒径を持つ無機フィラーを用いるようにするか、一方の無機フィラーの平均粒径は、他方の無機フィラーの平均粒径の2倍以上異なっている無機フィラーを用いるようにするか、少なくとも2種類の無機フィラーのうちの一方の無機フィラーは $3\mu\text{m}$ を超える平均粒径を持ち、他方の無機フィラーは $3\mu\text{m}$ 以下の平均粒径を持つ無機フィラーを用いるようにすれば、無機フィラーの周りにおける吸湿量を減らしめることができ、耐湿性を向上させることが可能となるとともに、無機フィラーの量を増加させることができ、フィルム化（固体化）することが容易になる上に、異方性導電層例えば異方性導電膜シート又は異方性導電膜形成用接着剤の線膨張係数を低下させることができ、より長寿命化させることができ、信頼性を向上させることができる。。

10

15

さらに、平均粒径の大きい一方の無機フィラーは上記絶縁性樹脂と同一材料からなるようにすれば、応力緩和作用を奏するようにすることができ、又、平均粒径の大きい一方の無機フィラーは上記絶縁性樹脂であるエポキシ樹脂よりも柔らかく、上記一方の無機フィラーが圧縮されるようにすれば、応力緩和作用を奏するようにすることもできる。

20

また、電子部品又は上記基板と異方性導電層との接合界面では無機フィラーが存在しないかその量を少なくすれば、絶縁性樹脂本来の接着性が発揮されて、上記接合界面で接着性の高い絶縁性樹脂が多くなり、電子部品又は上記基板と絶縁性樹脂との密着強度を向上させることができ、無機フィラーによる線膨張係数を下げる効果を持たせたまま、電子部品又は上記基板との接着性が向上する。これにより、各種信頼性試験での寿命が向上するとともに、曲げに対しての剥離強度が向上する。

25

さらに、上記電子部品に接触する部分又は層では、電子部品表面に用いられ

る膜素材に対して密着性を向上させる絶縁性樹脂を用いる一方、上記基板に接触する部分又は層では、基板表面の材料に対して密着性を向上させる絶縁性樹脂を用いるようにすれば、さらに密着性を向上させることができる。

5 以上、本発明によれば、回路基板と電子部品を接合した後に、電子部品と基板の間に流し込む封止樹脂工程やバンプの高さを一定に揃えるバンプレベリング工程を必要とせず、電子部品を基板に生産性良くかつ高信頼性で接合する回路基板への電子部品の実装方法及び装置を提供することができる。

(第16実施形態)

10 以下、本発明の第16実施形態にかかる電子部品例えばICチップの実装方法及びその装置及び上記実装方法により上記ICチップが上記基板に実装された電子部品ユニット若しくはモジュール例えば半導体装置の一例としての回路基板へのICチップの実装方法及びその実装装置を図38Aから図51を参照しながら説明する。

15 まず、本発明の第16実施形態にかかる回路基板へのICチップ実装方法を図38A～図41Cを用いて説明する。図38Aの電子部品の一例であるICチップ1においてICチップ1のA1パッド電極2にワイヤボンディング装置により図40A～図40Fのごとき動作によりバンプ（突起電極）3を形成する。すなわち、図40Aでホルダであるキャピラリー93から突出したワイヤ95の下端にボール96を形成し、図40Bでワイヤ95を保持するキャピラリー93を下降させ、ボール96をICチップ1の電極2に接合して大略バンプ3の形状を形成し、図40Cでワイヤ95を下方に送りつつキャピラリー93の上昇を開始し、図40Dに示すような大略矩形のループ99にキャピラリー93を移動させて図40Eに示すようにバンプ3の上部に湾曲部98を形成し、引きちぎることにより図40Fに示すようなバンプ3を形成する。あるいは、図40Bでワイヤ95をキャピラリー93でクランプして、キャピラリー93を上昇させて上方に引き上げることにより、金属線、例えば、金ワイヤ（金線）95（なお、金属線の例としては、スズ、アルミニウム、銅、又はこれらの金属に微量元素を含有させた合金のワイヤなどがあるが、以下の実施形

20

25

態では代表例として金ワイヤ（金線）として記載する。）を引きちぎり、図 40 Gのようなバンプ 3 の形状を形成するようにしてもよい。このように、I Cチップ 1 の各電極 2 にバンプ 3 を形成した状態を図 3 8 B に示す。

次に、図 3 8 C に示す回路基板 4 の電極 5 上に、図 3 8 D に示すように、I Cチップ 1 の大きさより若干大きな寸法にてカットされた無機フィラー 6 f を配合した固体又は半固体の絶縁性樹脂層の一例としての絶縁性樹脂シート例えば熱硬化性樹脂シート 6 を配置し、例えば 80 ～ 120℃ に熱せられた貼付けツール 7 により、例えば 5 ～ 10 kg f / cm² 程度の圧力で熱硬化性樹脂シート 6 をステージ 109 上の基板 4 の電極 5 上に貼り付ける。この後、無機フィラー 6 f を配合した固体又は半固体の熱硬化性樹脂シート 6 のツール 7 側に取り外し可能に配置されたセパレータ 6 a を剥がすことにより、基板 4 の準備工程が完了する。このセパレータ 6 a は、ツール 7 に無機フィラー 6 f を配合した固体又は半固体の熱硬化性樹脂シート 6 が貼り付くのを防止するためのものである。ここで、図 3 8 G に図 3 8 F の G 部分を部分的に拡大して示すように、熱硬化性樹脂シート 6 は、球状又は破砕シリカ、アルミナ等のセラミクスなどの無機系フィラー 6 f を絶縁性樹脂 306 m に分散させて混合し、これをドクターブレード法などにより平坦化し溶剤成分を気化させ固体化したものが好ましいとともに、後工程のリフロー工程での高温に耐えうる程度の耐熱性（例えば、240℃ に 10 秒間耐えうる程度の耐熱性）を有することが好ましい。上記絶縁性樹脂は、例えば、絶縁性熱硬化性樹脂（例えば、エポキシ樹脂、フェノール樹脂、ポリイミドなど）、又は絶縁性熱可塑性樹脂（例えば、ポニフェニレンサルファイド（PPS）、ポリカーボネイト、変性ポリフェニレンオキサイド（PPO）など）、又は、絶縁性熱硬化性樹脂に絶縁性熱可塑性樹脂を混合したものなどが使用できるが、ここでは、代表例として絶縁性熱硬化性樹脂として説明を続ける。この熱硬化性樹脂 306 m のガラス転移点は一般に 120 ～ 200℃ 程度である。なお、熱可塑性樹脂のみを使用する場合には、最初は加熱して一旦軟化させたのち、加熱を停止して自然冷却させることにより硬化させる一方、絶縁性熱硬化性樹脂に熱可塑性樹脂を混合したものを使用

する場合には、熱硬化性樹脂のほうが支配的に機能するため、熱硬化性樹脂のみと場合と同様に加熱することにより硬化する。

次に、図 3 8 E 及び図 3 8 F に示すように、図 5 5 の電子部品搭載装置 6 0 0 において、部品保持部材 6 0 1 の先端の熱せられた接合ツール 8 により、上記前工程でバンプ 3 が電極 2 上に形成された I C チップ 1 をトレイ 6 0 2 から吸着保持しつつ、該 I C チップ 1 を、上記前工程で準備されかつステージ 9 上に載置された基板 4 に対して、I C チップ 1 の電極 2 が対応する基板 4 の電極 5 上に位置するように位置合わせしたのち、上記熱せられた接合ツール 8 により I C チップ 1 を基板 4 に押圧する。この位置合わせは、公知の位置認識動作を使用する。例えば、図 5 6 C に示すように、基板 4 に形成された位置認識マーク 6 0 5 又はリード若しくはランドパターンを、電子部品搭載装置 6 0 0 の基板認識用カメラ 6 0 4 で認識して、図 5 6 D に示すようにカメラ 6 0 4 で得られた画像 6 0 6 を基に、基板 4 のステージ 9 上での直交する X Y 方向の X Y 座標位置と X Y 座標の原点に対する回転位置とを認識して基板 4 の位置を認識する。一方、図 5 6 A に示すように、接合ツール 8 に吸着保持された I C チップ 1 の位置認識用マーク 6 0 8 又は回路パターンを I C チップ用位置認識カメラ 6 0 3 で認識して、図 5 6 B に示すようにカメラ 6 0 3 で得られた画像 6 0 7 を基に、I C チップ 1 の上記 X Y 方向の X Y 座標位置と X Y 座標の原点に対する回転位置とを認識して I C チップ 1 の位置を認識する。そして、上記基板 4 と I C チップ 1 との位置認識結果を基に、接合ツール 8 又はステージ 9 を移動させて、I C チップ 1 の電極 2 が対応する基板 4 の電極 5 上に位置するように位置合わせしたのち、上記熱せられた接合ツール 8 により I C チップ 1 を基板 4 に押圧する。

このとき、バンプ 3 は、その頭部 3 a が、基板 4 の電極 5 上で図 4 1 A から図 4 1 B に示すように変形されながら押しつけられていく。このとき、図 3 9 A から図 3 9 B に示すように、熱硬化性樹脂 3 0 6 m 中の無機フィラー 6 f は、接合開始当初に熱硬化性樹脂 3 0 6 m 中に入り込んできた尖っているバンプ 3 により、バンプ 3 の外側方向へ押し出される。また、図 3 9 C に示すように、

この外側方向への押し出し作用によりバンプ3と基板電極5の間に無機フィラー6fが入り込まないことにより、接続抵抗値を低下させる効果を発揮する。このとき、もし、バンプ3と基板電極5の間に無機フィラー6fが多少入り込んだとしても、バンプ3と基板電極5とが直接接触していることにより、全く問題はない。

このとき、ICチップ1を介してバンプ3側に印加する荷重は、バンプ3の外径により異なるが、折れ曲がって重なり合うようになっているバンプ3の頭部3aが、必ず図41Cのように変形する程度の荷重を加えることが必要である。この荷重は、最低で20 (gf/バンプ1ケあたり) を必要とする。すなわち、図52には、80 μ mの外径のバンプの場合の抵抗値と荷重との関係のグラフより20 (gf/バンプ1ケあたり) 未満では抵抗値100 mm Ω /バンプより大きくなって抵抗値が大きくなりすぎて実用上問題があるため、20 (gf/バンプ1ケあたり) 以上であることが好ましいことが示されている。また、図53には、80 μ m、40 μ mのそれぞれの外径のバンプと最低荷重との関係に基づき信頼性の高い領域を示したグラフである。これより、40 μ m以上の外径のバンプでは最低荷重は25 (gf/バンプ1ケあたり) 以上であることが好ましく、40 μ m未満の外径のバンプでは最低荷重は20 (gf/バンプ1ケあたり) 以上ぐらいが信頼性が高いことが推定される。なお、今後、リードの狭ピッチ化とともにバンプ外径が40 μ m未満と小さくなった場合、バンプの投影面積に応じて、その2乗に比例して荷重が減少する傾向があることが推定される。よって、ICチップ1を介してバンプ3側に印加する最低荷重は、最低で20 (gf/バンプ1ケあたり) を必要とするのが好ましい。上記ICチップ1を介してバンプ3側に印加する荷重の上限は、ICチップ1、バンプ3、回路基板4などが損傷しない程度とする。場合によって、その最大荷重は150 (gf/バンプ1ケあたり) を越えることもある。なお、図中、参照符号6sは、熱硬化性樹脂シート6のうち接合ツール8の熱により溶融した溶融中の熱硬化性樹脂306mが溶融後に熱硬化された樹脂である。

なお、セラミックヒータ又はパルスヒータなどの内蔵ヒータ8aにより熱せ

られた接合ツール 8 により、上記前工程でバンプ 3 が電極 2 上に形成された IC チップ 1 を、上記前工程で準備された基板 4 に対して IC チップ 1 の電極 2 が対応する基板 4 の電極 5 上に図 3 8 E に示すように位置するように位置合わせする位置合わせ工程と、位置合わせしたのち図 3 8 F に示すように押圧接合する工程とを、1 つの位置合わせ兼押圧接合装置、例えば、図 3 8 E の位置合わせ兼押圧接合装置で行うようにしてもよい。しかしながら、別々の装置、例えば、多数の基板を連続生産する場合において位置合わせ作業と押圧接合作業とを同時的に行うことにより生産性を向上させるため、上記位置合わせ工程は図 4 2 B の位置合わせ装置で行い、上記押圧接合工程は図 4 2 C の接合装置で行うようにしてもよい。なお、図 4 2 C では、生産性を向上させるため、2 つの接合装置 8 を示しており、1 枚の回路基板 4 の 2 個所を同時に押圧接合できるようにしている。

回路基板 4 は、セラミック多層基板、FPC、ガラス布積層エポキシ基板（ガラエポ基板）やガラス布積層ポリイミド樹脂基板、アラミド不織布エポキシ基板（例えば、松下電器産業株式会社製の登録商標アリブ「ALIVH」として販売されている樹脂多層基板）などが用いられる。これらの基板 4 は、熱履歴や、裁断、加工により反りやうねりを生じており、必ずしも完全な平面ではない。そこで、図 4 2 A 及び図 4 2 B に示すように、例えば約 $10 \mu\text{m}$ 以下に調整されるように平行度がそれぞれ管理された接合ツール 8 とステージ 9 とにより、接合ツール 8 側からステージ 9 側に向けて熱と荷重を IC チップ 1 を通じて回路基板 4 に局所的に印加することにより、その印加された部分の回路基板 4 の反りが矯正せしめられる。また、IC チップ 1 は、アクティブ面の中心を凹として反っているが、これを接合時に 1 バンプあたり 20 g f 以上の強い荷重で加圧することで、基板 4 と IC チップ 1 の両方の反りやうねりを矯正することができる。この IC チップ 1 の反りは、IC チップ 1 を形成するとき、Si に薄膜を形成する際に生じる内部応力により発生するものである。バンプの変形量は $10 \sim 25 \mu\text{m}$ 程度であり、この程度の基板が当初から持っている内層銅箔から表面に現れるうねりの影響にバンプ 3 の変形でそれぞれのバンプ

3が順応することで許容できるようになる。

こうして回路基板4の反りが矯正された状態で、例えば140～230℃の熱がICチップ1と回路基板4の間の熱硬化性樹脂シート6に例えば数秒～20秒程度印加され、この熱硬化性樹脂シート6が硬化される。このとき、最初
5 は熱硬化性樹脂シート6を構成する熱硬化性樹脂306mが流れてICチップ1のエッジまで封止する。また、樹脂であるため、加熱されたとき、当初は自然に軟化するため、このようにエッジまで流れるような流動性が生じる。熱硬化性樹脂306mの体積はICチップ1と回路基板4との間の空間の体積より大きくすることにより、この空間からはみ出すように流れ出て、封止効果を奏
10 することができる。この後、加熱されたツール8が上昇することにより、加熱源がなくなるためICチップ1と熱硬化性樹脂シート6の温度が急激に低下して、熱硬化性樹脂シート6は流動性を失い、図38F及び図41Cに示すように、ICチップ1は硬化した熱硬化性樹脂6sにより回路基板4上に固定される。また、回路基板4側をステージ9のヒータ9aなどにより加熱しておく、
15 接合ツール8の温度をより低く設定することができる。

(第17実施形態)

次に、本発明の第17実施形態にかかる回路基板への電子部品例えばICチップの実装方法及び装置及び上記実装方法により上記ICチップが上記基板に実装された電子部品ユニット若しくはモジュール例えば半導体装置を説明する。

この第17実施形態においては、第16実施形態において、熱硬化性樹脂シート6に配合する無機フィラー6fの混合割合を上記絶縁性熱硬化性樹脂例えば絶縁性熱硬化性エポキシ樹脂306mの5～90wt%として、一層好適なものとしたものである。5wt%未満では無機フィラー6fを混合する意味がない一方、90wt%を超えると、接着力が極度に低下するとともに、シート
20 化するのが困難になるため好ましくない。一例として、高い信頼性を維持させる観点から、樹脂基板では20～40wt%、セラミック基板では40～70wt%が好ましいとともに、ガラエポ基板では20wt%程度でもシート封止剤の線膨張係数をかなり低下させることができ、樹脂基板において効果がある。
25

なお、体積%では、w t %のおよそ半分の割合、又はエポキシ樹脂が1に対してシリカ約2の比重の割合とする。通常では、熱硬化性樹脂306mのシート化する際の製造上の条件と基板4の弾性率、及び最終的には信頼性試験結果により、この無機フィラー6fの混合割合が決定される。

- 5 上記したような混合割合の無機フィラー6fを熱硬化性樹脂シート6に配合することにより、熱硬化性樹脂シート6の熱硬化性樹脂306mの弾性率を増加させることができ、熱膨張係数を低下させてICチップ1と基板4の接合信頼性を向上させることができる。また、基板4の材料に合わせて、熱硬化性樹脂306mの材料常数、すなわち弾性率、線膨張係数を最適なものとするよう
- 10 に、無機フィラー6fの混合割合を決定することができる。なお、無機フィラー6fの混合割合が挿花するにつれて、弾性率は大きくなるが、線膨張係数は小さくなる傾向がある。

- 第16実施形態及び第17実施形態においては、液体ではなく固体の熱硬化性樹脂シート6を使用するため取り扱いやすいとともに、液体成分が無いため
- 15 高分子で形成することができ、ガラス転移点の高いものを形成しやすいといった利点がある。

- なお、図38Aから図38G及び図39A～図39C、後述する図43及び図44においては、絶縁性樹脂層の一例としての熱硬化性樹脂シート6又は熱硬化性接着剤306bを回路基板4側に形成することについて説明したが、これに限定されるものではなく、図51A又は図51Bに示すように、ICチップ1側に形成したのち、基板4に接合するようにしてもよい。この場合、特に、
- 20 熱硬化性樹脂シート6の場合には、熱硬化性樹脂シート6の回路基板側に取り外し可能に配置されたセパレータ6aとともに、ステージ201上のゴムなどの弾性体117に吸着ノズルなどの保持部材200により保持されたICチップ1を押し付けて、バンプ3の形状に沿って熱硬化性樹脂シート6がICチップ1に貼り付けられるようにしてもよい。
- 25

(第18実施形態)

次に、本発明の第18実施形態にかかる回路基板への電子部品例えばICチ

ップの実装方法及び装置及び上記実装方法により上記 IC チップが上記基板に実装された電子部品ユニット若しくはモジュール例えば半導体装置を図 4 3 A ~ 図 4 3 C 及び図 4 4 A ~ 図 4 4 F を用いて説明する。

5 この第 1 8 実施形態では、第 1 6 実施形態において、熱硬化性樹脂シート 6 を基板 4 に貼り付ける代わりに、図 4 3 A 及び図 4 4 A, D に示すように、絶縁性樹脂層の一例としての液体状の熱硬化性接着剤 3 0 6 b を回路基板 4 上に、ディスペンス 5 0 2 などによる塗布、又は印刷、又は転写するようにしたのち、半固体状態、いわゆる B ステージ状態、まで固化し。その後、上記第 1 又は第 1 7 実施形態と同様に、上記 IC チップ 1 を上記基板 4 に搭載する。

10 詳しくは、図 4 3 A に示すように、液体状の熱硬化性接着剤 3 0 6 b を回路基板 4 上に、図 4 4 A に示すような空気圧で吐出量が制御されかつ基板平面上で直交する 2 方向に移動可能なディスペンス 5 0 2 などによる塗布、又は印刷、又は転写する。次いで、図 4 3 B のごとくヒータ 7 8 a を内蔵したツール 7 8 により、熱と圧力を印加して均一化しながら、図 4 3 C のように半固体状態、
15 いわゆる B ステージ状態、まで固化する。

又は、液体状の熱硬化性接着剤 3 0 6 b の粘性が低い場合には、図 4 4 A に示すように、ディスペンサ 5 0 2 で基板 4 上の所定位置に液体の熱硬化性接着剤 3 0 6 b を塗布したのち、熱硬化性接着剤 3 0 6 b の粘性が低いために自然に基板上で広がり、図 4 4 B に示すような状態となる。その後、図 4 4 C に示すように、コンベヤのような搬送装置 5 0 5 により上記基板 4 を炉 5 0 3 内に入れて、炉 5 0 3 のヒータ 5 0 4 により上記塗布された絶縁性樹脂の液体状熱硬化性接着剤 3 0 6 b を硬化させることにより、半固体化、すなわち、いわゆる B ステージ状態まで固化する。

25 一方、液体状の熱硬化性接着剤 3 0 6 b の粘性が高い場合には、図 4 4 D に示すように、ディスペンサ 5 0 2 で基板 4 上の所定位置に液体の熱硬化性接着剤 3 0 6 b を塗布したのち、熱硬化性接着剤 3 0 6 b の粘性が高いために自然に基板上で広がらないため、図 4 4 E, F に示すように、スキージ 5 0 6 で平らに延ばす。その後、図 4 4 (C) に示すように、コンベヤのような搬送装置

5 0 5により上記基板4を炉5 0 3内に入れて、炉5 0 3のヒータ5 0 4により上記塗布された絶縁性樹脂の液体状熱硬化性接着剤3 0 6 bを硬化させることにより、半固体化、すなわち、いわゆるBステージ状態、まで固化する。

5 このように熱硬化性接着剤3 0 6 bを半固体化するときには、熱硬化性接着剤3 0 6 b中の熱硬化性樹脂の特性により差はあるものの、該熱硬化性樹脂のガラス転移点の3 0～8 0 %の温度である8 0～1 3 0℃で押圧する。通常は、熱硬化性樹脂のガラス転移点の3 0 %程度の温度で行う。このように熱硬化性樹脂のガラス転移点の3 0～8 0 %とする理由は、図5 4の樹脂シートの加熱温度と反応率とのグラフより、8 0～1 3 0℃の範囲内ならば、まだ、後工程
10 でさらに反応する範囲を充分に残すことができる。言い換えれば、8 0～1 3 0℃の範囲内の温度ならば、時間にもよるが、絶縁性樹脂たとえばエポキシ樹脂の反応率が1 0～5 0 %程度に抑制できるので、後工程のI Cチップ圧着時の接合に問題が生じない。すなわち、I Cチップ圧着時に押圧するときには所定の押圧量を確保することができ、押し切れなくなるという問題を生じにくい。
15 なお、反応を抑えて溶剤分のみを気化させることにより、半固体化することもある。

 上記熱硬化性接着剤3 0 6 bを上記したように半固体化させたのち、基板4に複数のI Cチップ1を装着する場合には、基板4の複数のI Cチップ1を装着する複数の個所において上記熱硬化性接着剤3 0 6 bの上記半固体化工程を
20 前段取り工程とし予め行っておき、このように前段取りされた基板4を供給して供給された基板4に複数のI Cチップ1を上記複数の個所に接合することでより生産性が高くなる。この後の工程では、熱硬化性接着剤3 0 6 bを使用する場合でも、基本的には上記した第1又は第1 7実施形態の熱硬化性樹脂シート6を用いる工程と同一の工程を行う。上記半固定化工程を加えることで、
25 液体の熱硬化性接着剤3 0 6 bを熱硬化性樹脂シート6と同様に使用することができ、固体ゆえに取り扱いやすいとともに、液体成分が無いため高分子で形成することができ、ガラス転移点の高いものを形成しやすいといった利点がある。このように流動性のある熱硬化性接着剤3 0 6 bを使用する場合には、固体の

熱硬化性樹脂シート 6 を使用する場合と比較して、基板 4 の任意の位置に任意の大きさに塗布、印刷、又は転写することができる利点をも合わせて持つ。

(第 19 実施形態)

次に、本発明の第 19 実施形態にかかる回路基板への電子部品例えば IC チップの実装方法及び装置及び上記実装方法により上記 IC チップが上記基板に実装された電子部品ユニット若しくはモジュール例えば半導体装置を図 57 を用いて説明する。第 19 実施形態が第 16 実施形態と異なる点は、IC チップ 1 を基板 4 に接合するとき、荷重に加えて超音波も印加して、バンプ 3 をレベリングせずに、必要に応じて 20 g f 以下の荷重で押圧して、バンプ形成時の引き千切りにより生じた上記バンプ 3 の先端のネック（ヒゲ）部分の倒れによる隣接バンプ又は電極とのショートを防止するようにバンプ先端を整えたのち、IC チップ 1 と位置合わせして IC チップ 1 を基板 4 に搭載して、金属バンプ 3 を基板側の電極表面の金属と超音波併用熱圧着することである。IC チップ 1 を基板 4 に接合する状態は、先の実施形態での図 39 及び図 43 などと同様である。

この第 19 実施形態では、絶縁性熱硬化性樹脂 306 m に無機フィラー 6 f を配合した固体の熱硬化性樹脂シート 6 又は液体の熱硬化性接着剤 306 b を上記したように半固体化させたものを基板 4 に貼り付け、又は熱硬化性樹脂を含む熱硬化性接着剤 306 b を基板 4 に塗布し半固体化させたのち、回路基板 4 の電極 5 と電子部品 1 の電極 2 にワイヤボンディングと同様に図 40 A ～図 40 F のごとき動作により金線 95 の先端に電気スパークによりボール 96 を形成し、このボール 96 をキャピラリー 93 により基板電極 5 に超音波熱圧着して形成されたバンプ 3 を、レベリングせずに、IC チップ 1 と位置合わせして IC チップ 1 を基板 4 に搭載する。ここで、上記「液体の熱硬化性接着剤 306 b を上記したように半固体化させたもの」とは、第 18 実施形態で説明したような液体の熱硬化性接着剤 306 b を半分固体化したものであり、B ステージ化したものとほぼ同じものである。これを使用することにより、シート封止材料や ACF（異方性導電膜）よりも安価な材料が利用できる。このとき、

図 5 7 に示す超音波印加装置 6 2 0 において、内蔵ヒータ 6 2 2 により予め加熱された接合ツール 6 2 8 により、該接合ツール 6 2 8 に吸着された I C チップ 1 の上面からエアシリンダ 6 2 5 による荷重と、ピエゾ素子のような超音波発生素子 6 2 3 により発生させられて超音波ホーン 6 2 4 を介して印加される超音波とを作用させて金バンプ 3 のネック部分の倒れを防止するように先端を整えつつ金バンプ 3 と基板側の金メッキとを金属接合する。次に、I C チップ 1 の上面又は、及び基板側から加熱しながら、上記 I C チップ 1 を上記回路基板 4 に 1 バンプあたり 2 0 g f 以上の加圧力により押圧し、上記基板 4 の反りの矯正とバンプ 3 を押しつぶしながら、上記 I C チップ 1 と上記回路基板 4 の間に介在する上記熱硬化性樹脂シート 6 又は熱硬化性接着剤 3 0 6 b を上記熱により硬化して、上記 I C チップ 1 と上記回路基板 4 を接合して両電極 2, 5 を電氣的に接続する。

なお、1 バンプあたり 2 0 g f 以上の加圧力を必要とする理由は、このように超音波を用いた接合でも摩擦熱が生じにくくなるので、接合できなくなるためである。金と金とを接合するような場合においても、ある一定加重でバンプを押しつけて、そこに超音波を印加することにより摩擦熱が生じて金属同士が接合される。したがって、この場合にもバンプを押圧する程度の一定荷重すなわち 1 バンプあたり 2 0 g f 以上の加圧力が必要となる。加圧力の一例としては、1 バンプあたり 5 0 g f 以上とする。

上記第 1 9 実施形態によれば、金属バンプ 3 と基板 4 の金属メッキが金属拡散接合されるので、よりバンプ部分での強度を持たせたいような場合や、接続抵抗値をさらに低くしたいような場合に好適である。

(第 2 0 実施形態)

次に、本発明の第 2 0 実施形態にかかる回路基板への電子部品例えば I C チップの実装方法及び装置及び上記実装方法により上記 I C チップが上記基板に実装された電子部品ユニット若しくはモジュール例えば半導体装置を図 4 5 A ~ 図 4 5 C 及び図 4 6 A ~ 図 4 6 C を用いて説明する。第 2 0 実施形態は、第 1 6 実施形態とは封止工程を省略することができる点が異なる。

上記したように I Cチップ 1 上の電極 2 に突起電極（バンプ） 3 を形成しておき、回路基板 4 には、図 4 5 B、図 4 5 C、図 4 6 A 及び図 5 8 に示すように、I Cチップ 1 の複数の電極 2 の内端縁を結んだ大略矩形の外形寸法 O L より小さい形状寸法の矩形のシート状の熱硬化性樹脂シート 6 又は熱硬化性接着剤 3 0 6 b を回路基板 4 の電極 5 を結んだ中心部分に貼り付け又は塗布しておく。このとき、シート状の熱硬化性樹脂シート 6 又は熱硬化性接着剤 3 0 6 b の厚みは、その体積が I Cチップ 1 と基板 4 との隙間より大きくなるようにする。また、図 5 8 の貼り付け装置 6 4 0 により、巻き戻しロール 6 4 4 から巻き戻されて巻き付けロール 6 4 3 に巻き取られる矩形のシート状の熱硬化性樹脂シート 6 5 6 を、その切り目 6 5 7 が予め入れられた部分で、上下のカッター 6 4 1 により、I Cチップ 1 の複数の電極 2 の内端縁を結んだ大略矩形の外形寸法 O L より小さい形状寸法に切断する。切断された矩形のシート状の熱硬化性樹脂シート 6 は、内蔵ヒータ 6 4 6 で予め加熱された貼り付けヘッド 6 4 2 で吸着保持されて、上記回路基板 4 の電極 5 を結んだ中心部分に貼り付けされる。次に、バンプ 3 と回路基板 4 の電極 5 を位置合わせし、図 4 5 A 及び図 4 6 B に示すように、ヒータ 8 a により加熱された接合ツール 8 により I Cチップ 1 を回路基板 4 に加圧押圧して、基板 4 の反りの矯正を同時に行いながら、I Cチップ 1 と回路基板 4 の間に介在する熱硬化性樹脂シート 6 又は熱硬化性接着剤 3 0 6 b を硬化する。このとき、熱硬化性樹脂シート 6 又は熱硬化性接着剤 3 0 6 b は、接合ツール 8 から I Cチップ 1 を介して加えられた熱により上記したように軟化し、図 4 6 C のごとく貼り付けられた又は塗布された位置より加圧されて外側へ向かって流れ出る。この流れ出た熱硬化性樹脂シート 6 又は熱硬化性接着剤 3 0 6 b が封止材料（アンダーフィル）となり、バンプ 3 と電極 5 との接合の信頼性を著しく向上する。また、ある一定時間がたつと、上記熱硬化性樹脂シート 6 又は熱硬化性接着剤 3 0 6 b では徐々に硬化が進行し、最終的には硬化した樹脂 6 s により I Cチップ 1 と回路基板 4 を接合することになる。I Cチップ 1 を押圧している接合ツール 8 を上昇することで、I Cチップ 1 と回路基板 4 の電極 5 の接合が完了する。厳密に言えば、熱硬化の

場合には、熱硬化性樹脂の反応は加熱している間に進み、接合ツール 8 が上昇するとともに流動性はほとんど無くなる。上記したような方法によると、接合前では熱硬化性樹脂シート 6 又は熱硬化性接着剤 3 0 6 b が電極 5 を覆っていないので、接合する際にバンプ 3 が電極 5 に直接接触し、電極 5 の下に熱硬化性樹脂シート 6 又は熱硬化性接着剤 3 0 6 b が入り込まず、バンプ 3 と電極 5 との間での接続抵抗値を低くすることができる。また、回路基板側を加熱しておく、接合ヘッド 8 の温度をより低くすることができる。この方法を上記第 1 8 実施形態に適用すると金バンプと回路基板の金電極（例えば、銅やタンゲステンにニッケル、金メッキしたもの）との接合がより容易に行える。

（第 2 1 実施形態）

次に、第 2 1 実施形態にかかる回路基板への電子部品例えば I C チップの実装方法及び装置及び上記実装方法により上記 I C チップが上記基板に実装された電子部品ユニット若しくはモジュール例えば半導体装置を図 4 7 ～図 4 8 を用いて説明する。第 2 1 実施形態においては、第 1 6 実施形態と異なる点は、バンプ 1 0 3 を回路基板 4 の電極 5 にズレて実装された場合においても、信頼性の高い接合を達成することもできる点である。

第 2 1 実施形態においては、図 4 7 A に示すように、バンプ 3 を I C チップ 1 上に形成する際にワイヤボンディングと同様に金線 9 5 を電気スパークにより金ボール 9 6 を形成する。次に、電気スパークするときの時間でボールの大きさを調整しつつ、9 5 a で示す直径 $\Phi d - Bump$ のボール 9 6 a を形成し、このように形成された直径 $\Phi d - Bump$ のボール 9 6 a を、電気スパークを発生させるための時間又は電圧のパラメータを制御して、チャムファー角 θc が 100° 以下のキャピラリー 1 9 3 の 9 3 a で示すチャムファー直径 ϕD が金ボール直径 $d - Bump$ の $1/2$ から $3/4$ となるようにボール 9 6 a を成形し、

図 4 7 C に示すようにキャピラリー 9 3 の金ボールと接する部分に平らな部位 9 3 b を設けて図 4 7 D に示すようなバンプ 3 を形成するのではなく、図 4 7 A に示すようにキャピラリー 1 9 3 の金ボール 9 6 a と接する部分に平らな部

位を設けない先端部位 193 a を有する先端形状としたキャピラリー 193 で、
ICチップ 1 の電極 2 に、超音波熱圧着により、図 47 B に示すようなバンプ
103 を形成する。上記先端形状のキャピラリー 193 を用いることで、図 4
7 B の b のような先端が大略円錐状のバンプ 103 を ICチップ 1 の電極 2 に
5 形成することができる。上記方法で形成した先端が大略円錐状のバンプ 103
を回路基板 4 の電極 5 に図 48 C のごとくズレて実装された場合においても、
バンプ 103 がその先端が大略円錐形であるため、バンプ 103 の外径の半分
までのズレである場合は、バンプ 103 の一部が必ず基板 4 の電極 5 と接触す
ることができる。

10 これに対して、図 48 D に示すようなバンプ 3 では、バンプ 3 を回路基板 4
の電極 5 に図 48 C のごとく寸法 Z だけズレて実装された場合には、図 48 E
に示すように、幅寸法 d のいわゆる台座 3 g の一部が電極 5 に接触するが、部
分的にしか接触せず、接触状態が不安定な接合となる。このような不安定な接
合状態のままでは、このような基板 4 を冷熱衝撃試験やリフローにかけた場合
15 には、上記不安定な接合状態の接合がオープンすなわち接合不良となってしまう
可能性があった。これに対して、上記第 21 実施形態では、図 48 C のごと
く先端が大略円錐状のバンプ 103 が回路基板 4 の電極 5 に対して寸法 Z だけ
ズレて実装された場合においても、バンプ 103 が円錐形であるため、バンプ
103 の外径の半分までのズレである場合は、バンプ 103 の一部が必ず基板
20 4 の電極 5 と接触することができ、冷熱衝撃試験やリフローにかけた場合でも
接合不良となることが防止できる。

(第 22 実施形態)

次に、第 22 実施形態にかかる回路基板への電子部品例えば ICチップの実
装方法及び装置及び上記実装方法により上記 ICチップが上記基板に実装され
25 た電子部品ユニット若しくはモジュール例えば半導体装置を図 49～図 50 を
用いて説明する。この第 22 実施形態では、第 16 実施形態において、回路基
板 4 への ICチップ 1 の接合したのちの熱硬化性樹脂の硬化時に ICチップ 1
と回路基板 4 の応力を緩和することができるようにしたものである。

第22実施形態においては、絶縁性熱硬化性樹脂306mに無機フィラー6fを配合した固体又は半固体の熱硬化性樹脂シート6又は熱硬化性接着剤306bを介在させながら、ICチップ1の電極2に上記ワイヤボンディングにより形成された bumps 3を、レベリングせずに、回路基板4の電極5と位置合わせする。例えば230℃程度の一定温度に加熱されたツール8によりICチップ1をその裏面から加熱しながら、上記ICチップ1を上記回路基板4に1 bumpsあたりセラミック基板の場合には圧力 $P_1 = 80 \text{ gf}$ 以上の加圧力により押圧し、上記基板4の反りの矯正を行いながら、上記ICチップ1と上記回路基板4の間に介在する上記熱硬化性樹脂シート6又は熱硬化性接着剤306bを上記熱により硬化する。次に、一定時間 t_1 後、すなわち、全体時間を例えば20秒とすれば、材料の反応率により変わるが、その $1/4$ とか $1/2$ の5秒～10秒後、言い換えれば、材料の反応率が90%に達する前に、上記圧力 P_1 より低い圧力 P_2 まで下げて熱硬化性接着剤306bの硬化時の応力を緩和し、上記ICチップ1と上記回路基板4を接合して両電極2, 5を電氣的に接続する。好適には、bumpsが変形していくためには最低限20gf程度は必要であるため、すなわち、bumpsの変形及び順応に必要な圧力を得るとともに、余分な樹脂をICチップ1と基板4との間から押し出すため、上記圧力 P_1 は20gf/bumps以上である一方、bumpsの変形等の前に樹脂内部に偏在した硬化歪み除去するため、圧力 P_2 は20gf/bumps未満とすることにより、より信頼性が向上する。その理由は詳しくは以下のとおりである。すなわち、図49Cに示すように、熱硬化性樹脂シート6又は熱硬化性接着剤306b中の熱硬化性樹脂の応力分布は圧着時にICチップ1と基板4側とで大きくなっている。

このままでは、信頼性試験や通常の長期使用で繰り返し疲労が与えられると、ICチップ1又は基板4側で熱硬化性樹脂シート6又は熱硬化性接着剤306b中の熱硬化性樹脂が応力に耐えきれずに剥離することがある。このような状態になると、ICチップ1と回路基板4の接着力が十分でなくなり、接合部がオープンすることになる。そこで、図50のように、より高い圧力 P_1 とより

低い圧力 P 2 との 2 段階の圧力プロファイルを用いることにより、熱硬化性接着剤 3 0 6 b の硬化時に上記圧力 P 1 より低い圧力 P 2 まで下げることができ、図 4 9 D のごとく、圧力 P 2 のときに樹脂内部に偏在した硬化歪み除去して I C チップ 1 と回路基板 4 の応力を緩和する（言い換えれば、応力の集中度合いを減らす）ことができ、その後、上記圧力 P 1 まで上げることにより、パンプの変形及び順応に必要な圧力を得るとともに、余分な樹脂を I C チップ 1 と基板 4 との間から押し出すことができ、信頼性が向上する。

なお、上記「I C チップ 1 と回路基板 4 の接着力」とは、I C チップ 1 と基板 4 をひつつける力のことを意味する。これは、接着剤による接着力と、接着剤を硬化したときの硬化収縮力と、Z 方向の収縮力（例えば 1 8 0 °C に熱せられている接着剤が常温に戻るときに収縮するときの収縮力）のこれら 3 つの力によって、I C 1 と基板 4 とは接合されている。

（第 2 3 実施形態）

次に、第 2 3 実施形態にかかる回路基板への電子部品例えば I C チップの実装方法及び装置及び上記実装方法により上記 I C チップが上記基板に実装された電子部品ユニット若しくはモジュール例えば半導体装置を図 4 9 ～図 5 0 を用いて説明する。この第 2 3 実施形態では、上記各実施形態において、上記絶縁性樹脂 3 0 6 m に配合する上記無機フィラー 6 f の平均粒径が 3 μ m 以上であるようにしたものである。ただし、上記無機フィラー 6 f の最大平均粒径は、I C チップ 1 と基板 4 との接合後の隙間寸法を超えない大きさとする。

もし、無機フィラー 6 f を絶縁性樹脂 3 0 6 m に配合するとき、平均粒径が 3 μ m 未満の細かな粒子を無機フィラー 6 f として用いると、それらの粒子の表面積自体が全体として大きくなり、平均粒径が 3 μ m 未満の細かな粒子である無機フィラー 6 f の周りに吸湿することがあり、I C チップ 1 と基板 4 との接合において好ましくない。

従って、同じ重量の無機フィラー 6 f を配合する場合には、平均粒径が 3 μ m 以上の大きな無機フィラー 6 f を用いることで、無機フィラー 6 f の周りにおける吸湿量を減らしめることができ、耐湿性を向上させることが可能となる。

また、一般に、平均粒径（言い換えれば平均粒度）の大きな無機フィラーの方が安価であるため、コスト的にも好ましい。また、図59Aに示すように、ICチップ1と基板4との接合においてACF（Anisotropic Conductive Film：異方性導電膜）598を使用する工法では、ACF 598中の導電粒子599を bumps 3と基板電極5との間に必ず挟む必要があるが、本発明の上記実施形態では導電粒子が無いためそのような必要は無く、図59Bに示すように bumps 3を基板電極5で押しつぶしながら圧着するので、この圧着のときに bumps 3と基板電極4との間の絶縁性樹脂層6、306bとともに無機フィラー6fも bumps 3と基板電極4と間から抜け出ることになり、基板電極4と bumps 3の間に不要な無機フィラー6fが挟まることにより導電性を阻害することがほとんど無いという特徴に基づき、3 μ m以上の大きな平均粒径の無機フィラー6fを使用することができる。

（第24実施形態）

次に、本発明の第24実施形態にかかる回路基板への電子部品例えばICチップの実装方法及び装置及び上記実装方法により上記ICチップが上記基板に実装された電子部品ユニット若しくはモジュール例えば半導体装置を図60、26を用いて説明する。図60、26は、それぞれ、上記第24実施形態にかかる回路基板への電子部品例えばICチップの実装方法及び装置により製造された接合状態の模式断面図及びそのときに使用される樹脂シート6の部分拡大模式断面図である。この第24実施形態では、上記各実施形態において、上記絶縁性樹脂層6、306bの上記絶縁性樹脂306mに配合する上記無機フィラー6fは、複数の異なる平均粒径を持つ無機フィラー6f-1、6f-2とするものである。具体例としては、0.5 μ mの平均粒径を持つ無機フィラーと、2～4 μ mの平均粒径を持つ無機フィラーとする。

上記第24実施形態によれば、複数の異なる平均粒径を持つ無機フィラー6f-1、6f-2を絶縁性樹脂306mに混合することにより、絶縁性樹脂306mに混合する無機フィラー6fの量を増加させることができ、無機フィラーの周りにおける吸湿量を減らしめることができ、耐湿性を向上させるこ

とが可能となるとともに、フィルム化（固体化）することが容易になる。すなわち、重量%で考えた場合、一種類の無機フィラーよりも、粒径の異なる無機フィラーを混在して入れた方が、単位体積あたりの無機フィラーの量を増やすことが可能である。これによって、封止シートとしての樹脂シート 6 又は接着剤 3 0 6 b への無機フィラー 6 f の配合量を増加し、樹脂シート 6 又は接着剤 3 0 6 b の線膨張係数を低下させることができ、より長寿命化させることができ、信頼性を向上させることができる。

(第 2 5 実施形態)

次に、本発明の第 2 5 実施形態にかかる回路基板への電子部品例えば I C チップの実装方法及び装置及び上記実装方法により上記 I C チップが上記基板に実装された電子部品ユニット若しくはモジュール例えば半導体装置においては、上記第 2 4 実施形態における効果をより確実なものとするため、さらに、上記複数の異なる平均粒径を持つ無機フィラー 6 f - 1, 6 f - 2 のうちの一方の無機フィラー 6 f - 1 の平均粒径は、他方の無機フィラー 6 f - 2 の平均粒径の 2 倍以上異なっているものである。具体例としては、0. 5 μ m の平均粒径を持つ無機フィラーと、2 ~ 4 μ m の平均粒径を持つ無機フィラーとする。

このようにすることにより、上記第 2 4 実施形態での効果をより一層高めることができる。すなわち、一方の無機フィラー 6 f - 1 の平均粒径は、他方の無機フィラー 6 f - 2 の平均粒径の 2 倍以上異なっている複数の異なる平均粒径を持つ無機フィラー 6 f - 1, 6 f - 2 を絶縁性樹脂 3 0 6 m に混合することにより、絶縁性樹脂 3 0 6 m に混合する無機フィラー 6 f の量をより確実に増加させることができ、フィルム化（固体化）することがより容易になり、樹脂シート 6 又は接着剤 3 0 6 b への無機フィラー 6 f の配合量を増加し、樹脂シート 6 又は接着剤 3 0 6 b の線膨張係数をより低下させることができ、より長寿命化させることができ、信頼性をより向上させることができる。

(第 2 6 実施形態)

次に、本発明の第 2 6 実施形態にかかる回路基板への電子部品例えば I C チップの実装方法及び装置及び上記実装方法により上記 I C チップが上記基板に

実装された電子部品ユニット若しくはモジュール例えば半導体装置においては、上記第24実施形態における効果をより確実なものとするため、さらに、上記絶縁性樹脂306mに配合する上記無機フィラー6fは、複数の異なる平均粒径を持つ少なくとも2種類の無機フィラー6f-1, 6f-2であって、上記
5 少なくとも2種類の無機フィラーのうち的一方の無機フィラー6f-1は3 μ mを超える平均粒径を持ち、上記少なくとも2種類の無機フィラーのうちの他方の無機フィラー6f-2は3 μ m以下の平均粒径を持つことが好ましい。具体例としては、0.5 μ mの平均粒径を持つ無機フィラーと、2~4 μ mの平均粒径を持つ無機フィラーとする。

10 (第27実施形態)

次に、本発明の第27実施形態にかかる回路基板への電子部品例えばICチップの実装方法及び装置及び上記実装方法により上記ICチップが上記基板に実装された電子部品ユニット若しくはモジュール例えば半導体装置においては、上記各実施形態において、さらに、上記絶縁性樹脂306mに配合する上記無
15 機フィラー6fは、複数の異なる平均粒径を持つ少なくとも2種類の無機フィラー6f-1, 6f-2であって、上記少なくとも2種類の無機フィラーのうちの平均粒径の大きい一方の無機フィラー6f-1は上記絶縁性樹脂306mと同一材料からなることにより、応力緩和作用を奏するようにすることもできる。具体例としては、0.5 μ mの平均粒径を持つ無機フィラーと、2~4 μ m
20 mの平均粒径を持つ無機フィラーとする。

この第27実施形態によれば、第24実施形態での作用効果に加えて、平均粒径の大きい一方の無機フィラー6f-1は上記絶縁性樹脂306mと同一材料からなることにより、上記絶縁性樹脂306mに応力が作用したとき、平均粒径の大きい一方の無機フィラー6f-1が上記絶縁性樹脂306mと一体化
25 することにより、応力緩和作用を奏することができる。

(第28実施形態)

次に、本発明の第28実施形態にかかる回路基板への電子部品例えばICチップの実装方法及び装置及び上記実装方法により上記ICチップが上記基板に

実装された電子部品ユニット若しくはモジュール例えば半導体装置においては、上記各実施形態において、さらに、上記絶縁性樹脂 306m に配合する上記無機フィラー 6f は、複数の異なる平均粒径を持つ少なくとも 2 種類の無機フィラー 6f-1, 6f-2 であって、上記少なくとも 2 種類の無機フィラーのうちの平均粒径の大きい一方の無機フィラー 6f-1 は上記絶縁性樹脂 306m であるエポキシ樹脂よりも柔らかく、上記一方の無機フィラー 6f-1 が圧縮されることにより、応力緩和作用を奏するようにすることもできる。

この第 28 実施形態によれば、第 24 実施形態での作用効果に加えて、平均粒径の大きい一方の無機フィラー 6f-1 は上記絶縁性樹脂 306m と同一材料からなることにより、上記絶縁性樹脂 306m に応力が作用したとき、平均粒径の大きい一方の無機フィラー 6f-1 が上記絶縁性樹脂 306m であるエポキシ樹脂よりも柔らかいため、上記応力により、上記一方の無機フィラー 6f-1 が図 62 に示すように圧縮されてその周囲で圧縮に対する反力である引張力が分散されることにより、応力緩和作用を奏することができる。

(第 29 実施形態)

次に、本発明の第 29 実施形態にかかる回路基板への電子部品例えば IC チップの実装方法及び装置及び上記実装方法により上記 IC チップが上記基板に実装された電子部品ユニット若しくはモジュール例えば半導体装置においては、上記各実施形態において、さらに、図 63A, B, 図 64A, B, 図 65 及び図 66 に示されるように、上記絶縁性樹脂層 6, 306b は、上記 IC チップ 1 又は上記基板 4 に接触する部分 700 又は層 6x が、他の部分 701 又は層 6y よりも上記無機フィラー量が少ないか、もしくは上記無機フィラー 6f を配合しないようにすることができる。この場合、図 63A, B に示すように、上記 IC チップ 1 又は上記基板 4 に接触する部分 700 と、他の部分 701 とを明確に区別することなく、徐々に無機フィラー量が変わるようにしてもよいし、図 64A, B 及び図 65, 図 66 に示すように明確に区別するようにしてもよい。すなわち、図 64A, B 及び図 65, 図 66 において、上記絶縁性樹脂層 6, 306b は、上記 IC チップ 1 又は上記基板 4 に接触する部分に位置

されかつ上記絶縁性樹脂 3 0 6 m と同一の絶縁性樹脂に上記無機フィラー 6 f を配合した第 1 樹脂層 6 x と、上記第 1 樹脂層 6 x に接触し、かつ、上記第 1 樹脂層 6 x よりも上記無機フィラー量が少ないか、もしくは上記無機フィラー 6 f を配合しない上記絶縁性樹脂で構成される第 2 樹脂層 6 y とを備えて多層構造にすることもできる。

このようにすれば、以下のような効果を奏することができる。すなわち、もし、上記無機フィラー 6 f を絶縁性樹脂層全体に同じ重量パーセント (w t %) で入れると、I C チップ側又は基板側又はその両方の対向面の近傍に無機フィラー 6 f が多くなることがあり、I C チップ 1 と基板 4 との中間部分では逆に少なくなる。この結果、I C チップ側又は基板側又はその両方の対向面の近傍に無機フィラー 6 f が多いため、絶縁性樹脂層 6, 3 0 6 b と I C チップ 1 又は基板 4 又はその両方との間での接着力が低下することがある。上記第 2 9 実施形態によれば、上記 I C チップ 1 又は上記基板 4 のいずれか一方に接触する部分 7 0 0 又は層 6 x が、他の部分 7 0 1 又は層 6 y よりも上記無機フィラー量が少ないか、もしくは上記無機フィラー 6 f を配合しないようにすることにより、無機フィラー量が多いために接着力が低下することを防止できる。

以下に、この第 2 9 実施形態の種々の変形例について説明する。

まず、第 1 の変形例として、図 6 3 C、図 6 4 C 及び図 6 7 A に示されるように、上記絶縁性樹脂層 6, 3 0 6 b は、上記 I C チップ 1 及び上記基板 4 の両方にそれぞれ接触する部分 7 0 0 が、他の部分 7 0 1 よりも上記無機フィラー量が少ないか、もしくは上記無機フィラー 6 f を配合しないようにすることもできる。この場合も、図 6 3 C に示すように、上記 I C チップ 1 及び上記基板 4 の両方に接触する部分 7 0 0 と、他の部分 7 0 1 とを明確に区別することなく、徐々に無機フィラー量が変わるようにしてもよいし、図 6 4 C 及び図 6 7 A に示されるように、明確に区別するようにしてもよい。すなわち、図 6 4 C 及び図 6 7 A において、上記絶縁性樹脂層 6, 3 0 6 b は、上記第 1 樹脂層 6 x の上記第 2 樹脂層 6 y とは反対側に、上記第 1 樹脂層 6 x よりも上記無機フィラー量が少ないか、もしくは上記無機フィラー 6 f を配合しない上記絶縁

性樹脂で構成される第3樹脂層6zをさらに備えて多層構造とし、上記第1樹脂層6xと上記第3樹脂層6zは、それぞれ、上記ICチップ1と上記基板4とに接触するようにすることもできる。

さらに、別の変形例として、上記ICチップ1又は上記基板4又はその両方にそれぞれ接触する部分700は、その上記無機フィラー量が20wt%未満か、もしくは上記無機フィラー6fを配合しないようにする一方、上記他の部分701はその上記無機フィラー量が20wt%以上であるようにすることもできる。この場合、図63A、B、Cに示すように上記ICチップ1又は上記基板4又は両方に接触する部分700と、他の部分701とを明確に区別することなく、徐々に無機フィラー量が変わるようにしてもよいし、図64A、B、図64C、図65、図66、及び図67Aに示すように明確に区別するようにしてもよい。すなわち、上記第1樹脂層6x又は第1樹脂層6x及び上記第3樹脂層6zは、その上記無機フィラー量が20wt%未満か、もしくは上記無機フィラー6fを配合しないようにする一方、上記第2樹脂層6yはその上記無機フィラー量が20wt%以上であるようにすることもできる。

具体例としては、上記第2樹脂層6yは、絶縁性樹脂306mとして熱硬化性エポキシ樹脂としたとき、セラミック基板の場合には50wt%であり、ガラエポ基板の場合は20wt%とする。また、一例として、第1樹脂層6x又は第3樹脂層6z又はその両方の厚さは15 μ m、第2樹脂層6yの厚さは40～60 μ mとする。また、上記絶縁性樹脂層6, 306bの厚さは、ICチップ1と基板4との接合後の隙間寸法よりも大きな寸法として、ICチップ1と基板4との接合時にICチップ1と基板4との間に完全に満たされるようにして接合をより確実なものとする。

また、別の変形例として、図63C、図64C及び図67Aに示す変形例と無機フィラーの配合量を逆にするようにしてもよい。すなわち、図63Dに示されるように、上記絶縁性樹脂層6, 306bは、上記ICチップ1及び上記基板4の両方にそれぞれ接触する部分703の中間部分702が、上記ICチップ1及び上記基板4の両方にそれぞれ接触する部分703よりも上記無機フ

ィラー量が少ないか、もしくは上記無機フィラー 6 f を配合しないようにすることもできる。この場合も、上記 IC チップ 1 又は上記基板 4 又は両方に接触する部分 7 0 3 と、中間部分 7 0 2 とを明確に区別することなく、徐々に無機フィラー量が変わるようにしてもよいし、図 6 4 D 及び図 6 7 B に示されるように、明確に区別するようにしてもよい。すなわち、図 6 4 D 及び図 6 7 B に示されるように、上記絶縁性樹脂層 6, 3 0 6 b は、上記 IC チップ 1 及び上記基板 4 に接触する部分に位置されかつ上記無機フィラー 6 f を配合した絶縁性樹脂 3 0 6 m で構成される第 4 樹脂層 6 v と、上記 IC チップ 1 と上記基板 4 との中間部分に位置されかつ上記第 4 樹脂層 6 v よりも上記無機フィラー量が少ないか又は含まれていない絶縁性樹脂 3 0 6 m で構成される第 5 樹脂層 6 w とを備えるようにすることもできる。

このようにすれば、上記 IC チップ 1 と上記基板 4 との上記中間部分 7 0 2 又は上記第 5 樹脂層 6 w では、上記 IC チップ 1 と上記基板 4 とにそれぞれ接触する部分 7 0 3 又は上記第 4 樹脂層 6 v よりも上記無機フィラー量が少ないか又は含まれていないため、弾性率が低くなり、応力緩和効果を奏することができる。また、上記 IC チップ 1 と上記基板 4 とにそれぞれ接触する部分 7 0 3 又は上記第 4 樹脂層 6 v の絶縁性樹脂として IC チップ 1 と基板 4 とに対する密着力の高いものを選択して使用すれば、上記 IC チップ 1 に接触する部分 7 0 3 又は IC チップ 1 の近傍部分の上記第 4 樹脂層 6 v では、IC チップ 1 の線膨張係数にできるだけ近くなるように無機フィラー 6 f の配合量又は材料を選択する一方、上記基板 4 に接触する部分 7 0 3 又は基板 4 の近傍部分の上記第 4 樹脂層 6 v では、基板 4 の線膨張係数にできるだけ近くなるように無機フィラー 6 f の配合量又は材料を選択することができる。この結果、上記 IC チップ 1 に接触する部分 7 0 3 又は IC チップ 1 の近傍部分の上記第 4 樹脂層 6 v と IC チップ 1 との線膨張係数が接近するため、両者の間での剥離が生じにくくなるとともに、上記基板 4 に接触する部分 7 0 3 又は基板 4 の近傍部分の上記第 4 樹脂層 6 v と基板 4 との線膨張係数が接近するため、両者の間での剥離が生じにくくなる。

さらに、図 6 8 A, B に実線で示すように、上記絶縁性樹脂層 6, 3 0 6 b は、上記 I C チップ 1 又は上記基板 4 のいずれか一方に接触する部分 P 1 から他の部分 P 2 に向かって、上記無機フィラー量が徐々に又は段階的に少なくなるようにすることもできる。

5 また、図 6 8 C, D に実線で示すように、上記絶縁性樹脂層 6, 3 0 6 b は、上記 I C チップ 1 及び上記基板 4 にそれぞれ接触する部分 P 3, P 4 から他の部分すなわち I C チップ 1 と上記基板 4 との中間部分 P 5 に向かって、上記無機フィラー量が徐々に又は段階的に多くなるようにすることもできる。

10 また、図 6 8 E に実線で示すように、上記絶縁性樹脂層 6, 3 0 6 b は、上記 I C チップ 1 及び上記基板 4 にそれぞれ接触する部分（図 6 3 D の変形例における接触部分 7 0 3 に相当する部分）から、上記 I C チップ 1 及び上記基板 4 との中間部分（図 6 3 D の変形例における中間部分 7 0 2 に相当する部分）に向かって、上記無機フィラー量が徐々に少なくなるようにすることもできる。

15 また、図 6 8 F に実線で示すように、上記絶縁性樹脂層 6, 3 0 6 b は、上記 I C チップ 1 の近傍部分、次いで、上記基板 4 の近傍部分、次いで、上記 I C チップ 1 の近傍部分と上記基板 4 の近傍部分との中間部分の順に上記無機フィラー量が少ないようにすることもできる。なお、図 6 8 F では、上記順に徐々に上記無機フィラー量が変化するように例示しているが、これに限られるものではなく、段階的に変化するようにしてもよい。

20 上記図 6 8 E, F の変形例のようにすれば、上記 I C チップ 1 と上記基板 4 との中間部分では、上記 I C チップ 1 及び上記基板 4 にそれぞれ接触する部分よりも上記無機フィラー量が少ないか又は含まれていないため、弾性率が低くなり、応力緩和効果を奏することができる。また、上記 I C チップ 1 及び上記基板 4 にそれぞれ接触する部分の絶縁性樹脂として I C チップ 1 と基板 4 とに
25 対する密着力の高いものを選択して使用すれば、I C チップ 1 に接触する部分では、I C チップ 1 の線膨張係数にできるだけ近くなるように無機フィラー 6 f の配合量又は材料を選択する一方、基板 4 に接触する部分では、基板 4 の線膨張係数にできるだけ近くなるように無機フィラー 6 f の配合量又は材料を選

択することができる。この観点で無機フィラー 6 f の配合量を決定すると、通常は、図 6 8 F に実線で示すように、上記 I C チップ 1 の近傍部分、次いで、上記基板 4 の近傍部分、次いで、上記 I C チップ 1 の近傍部分と上記基板 4 の近傍部分との中間部分の順に上記無機フィラー量が少なくなる。このような構成とすることにより、I C チップ 1 に接触する部分と I C チップ 1 との線膨張係数が接近するため、両者の間での剥離が生じにくくなる。また、基板 4 に接触する部分と基板 4 との線膨張係数が接近するため、両者の間での剥離が生じにくくなる。

図 6 8 A ~ F のいずれの場合でも、実用上、上記無機フィラー量は 5 ~ 9 0 w t % の範囲内とすることが好ましい。5 w t % 未満では無機フィラー 6 f を混合する意味がない一方、9 0 w t % を超えると、接着力が極度に低下するとともに、シート化するのが困難になるため好ましくないためである。

なお、上記のような複数の樹脂層 6 x, 6 y 又は 6 x, 6 y, 6 z で構成される多層構造の膜を絶縁性樹脂層として用いて I C チップ 1 を基板 4 に熱圧着した場合には、接合時の熱により絶縁性樹脂 3 0 6 m が軟化、熔融して上記樹脂層が混じり合うので、最終的には、各樹脂層の明確な境界が無くなり、図 6 8 のように傾斜した無機フィラー分布となる。

さらに、上記第 2 9 実施形態又は各変形例において、無機フィラー 6 f の入った部分又は層を有する絶縁性樹脂層、又は、無機フィラー分布が傾斜した絶縁性樹脂層において、上記部分又は樹脂層に応じて、異なった絶縁性樹脂を用いることも可能である。例えば、I C チップ 1 に接触する部分又は樹脂層では、I C チップ表面に用いられる膜素材に対して密着性を向上させる絶縁性樹脂を用いる一方、基板 4 に接触する部分又は樹脂層では、基板表面の材料に対して密着性を向上させる絶縁性樹脂を用いることも可能となる。

上記第 2 9 実施形態及びそれらの上記種々の変形例によれば、I C チップ 1 又は上記基板 4 と絶縁性樹脂層 6, 3 0 6 b との接合界面では無機フィラー 6 f が存在しないかその量が少なく、絶縁性樹脂本来の接着性が発揮されて、上記接合界面で接着性の高い絶縁性樹脂が多くなり、I C チップ 1 又は上記基板

4と絶縁性樹脂306mとの密着強度を向上させることができ、ICチップ1又は上記基板4との接着性が向上する。これにより、各種信頼性試験での寿命が向上するとともに、曲げに対しての剥離強度が向上する。

もし、接着そのものには寄与しないが線膨張係数を下げる効果を持つ無機フィラー6fが絶縁性樹脂306m中に均一に分散されていると、基板4又はICチップ表面に無機フィラー6fが接触し、接着に寄与する接着剤の量が減少することになり、接着性の低下を招く。この結果、もしICチップ1または基板4と接着剤の間で剥離が生じると、そこから水分が侵入し、ICチップ1の電極の腐食などの原因となる。また、剥離部分から剥がれが進行すると、ICチップ1と基板4の接合そのものが不良となり、電氣的に接続不良となる。

これに対して、上記第29実施形態及びそれらの上記種々の変形例によれば、上記したように、無機フィラー6fによる線膨張係数を下げる効果を持たせたまま接着力を向上させることができる。これによって、ICチップ1及び基板4との密着強度が向上し、信頼性が向上する。

さらに、無機フィラー6fの少ない部分700又は樹脂層6xをICチップ側に配置した場合、又は、ICチップ側において無機フィラー分布を小さくした場合には、当該部分700又は樹脂層6xは、ICチップ表面の窒化シリコンや酸化珪素からなるパッシベーション膜に対して密着力を向上させることが可能となる。また、これらICチップ表面に用いられる膜素材に対して密着性を向上させる絶縁性樹脂を適宜選択して用いることも可能となる。また、ICチップ近傍での弾性率を下げることで、絶縁性樹脂層の一例である封止シート材料のなかでの応力集中が緩和される。基板4に用いられる材料がセラミックのように固い（弾性率の高い）場合には、このような構造をとると、基板近傍での封止シート材料との弾性率、線膨張係数がマッチングして、尚、好適である。

一方、無機フィラー6fの少ない部分700又は樹脂層6xを基板側に配置した場合には、又は、基板側において無機フィラー分布を小さくした場合には、樹脂基板やフレキシブル基板（FPC）などのように基板4に曲げが加わるよ

うな場合において、基板 4 を電子機器の筐体に組み込む際に曲げ応力が加わるようなとき、基板 4 と絶縁性樹脂層の一例である封止シートとの密着強度を向上する目的で用いることができる。I C チップ側の表面層がポリイミド膜で形成された保護膜よりなる場合においては、一般に、絶縁性樹脂の密着が良好で、問題とならない場合に I C チップ 1 から基板 4 にかけて、弾性率と線膨張係数が連続的または段階的に変化することで、I C チップ側で封止シートが固く、基板側では柔らかい材料とすることができる。これにより、封止シート内部での応力発生が小さくなることから信頼性が向上する。

さらに、I C チップ側と基板側の両側に無機フィラー 6 f の少ない部分 7 0 0 又は樹脂層 6 x, 6 z を配置した場合、又は、I C チップ側と基板側の両側において無機フィラー分布を小さくした場合には、上記 I C チップ側と基板側との 2 つの場合を両立させるものであり、I C チップ側及び基板側の両方での密着性を向上させることができるとともに、線膨張係数を下げて I C チップ 1 と基板 4 の両者を高い信頼性で接続させることができる。また、I C チップ側表面の材質及び基板材質に応じて、より密着性、樹脂塗れ性の良好な絶縁性樹脂を選択して用いることができる。また、これらの無機フィラー 6 f の量の多い少ないの傾斜は自由に変えることができるので、無機フィラー 6 f の少ない部分又は層を極薄くしたりすることで、基板材料とのマッチングが可能である。

(第 3 0 実施形態)

次に、本発明の第 3 0 実施形態においては、上記第 8 ～ 1 4 実施形態及びそれらの変形例にかかる回路基板への電子部品例えば I C チップの実装方法及び装置及び上記実装方法により上記 I C チップが上記基板に実装された電子部品ユニット若しくはモジュール例えば半導体装置により使用される絶縁性樹脂層の製造工程を図 6 9, 図 7 0 に基づいて説明する。

まず、直接、回路基板 4 上で絶縁性樹脂層を形成する場合には、回路基板 4 の上に、第 1 樹脂シートを貼付け、その上に第 2 樹脂シートを貼付ける。このとき、第 1 樹脂シートに無機フィラー 6 f が多い場合は図 6 3 A または図 6 5 のようになり、逆の場合には図 6 3 B または図 6 6 のようになる。すなわち、

前者の場合には、第1樹脂シートは上記無機フィラー6 fが多い部分7 0 1又は第2樹脂層6 yに対応する樹脂シートであり、後者の場合には、上記無機フィラー6 fが少ない部分7 0 0又は第1樹脂層6 xに対応する樹脂シートとなる。

- 5 また、第2樹脂シートの上にさらに第3樹脂シートを形成して、第1樹脂シートと第3樹脂シートとが無機フィラー6 fが少ない部分7 0 0又は第1樹脂層6 xに対応する場合には、図6 3 Cまたは図6 7 Aのようになる。

- 10 また、これらを、図6 9、図7 0に示すように、予めセパレータと呼ばれるベースフィルム6 7 2上で、第1樹脂シート6 7 3と第2樹脂シート6 7 4とをこの順に（図6 9、図7 0にはこの場合のみ示す。）、又はこれとは逆に、又はさらに第3樹脂シートをも、貼り付けて形成してもよい。この場合には、図6 9、図7 0のように、上下一対の加熱可能なローラ6 7 0、2 7 0などで複数の樹脂シート6 7 3、6 7 4を、必要に応じて加熱しつつ、貼り付けていく。その後、形成された樹脂シート体6 7 1を所定寸法毎に切断すれば、図6 15 3 A～C、図6 4 A～C、図6 5～3 2のいずれかに示すような上記絶縁性樹脂シート6 となる。

- 20 また、別の変形例として、絶縁性樹脂シート6が連続した絶縁性樹脂シート体を作製する際には、溶剤に溶かせたエポキシ及び無機フィラーをドクターブレード法などによりセパレーターと呼ばれるベースフィルム上に塗布する。この溶剤を乾燥させて絶縁性樹脂シート体が製作される。

- 25 このとき、一旦、無機フィラー6 fの濃度が低いか、又は、無機フィラー6 fが入っていない液体状の絶縁性樹脂を第1層としてベースフィルム上に塗布し、場合によっては、その塗布された第1層の乾燥を行う。乾燥しない場合には、無機フィラー6 fが、若干、第1層に第2層の無機フィラー6 fが混入していき、図6 8のように無機フィラー分布が傾斜した構造となる。

上記塗布形成された第1層の上に、無機フィラー6 fを第1層よりも多く混入した液体状の絶縁性樹脂を塗布して第2層とする。第2層を乾燥することにより、ベースフィルム上に第1層と第2層とが形成された2層構造の絶縁性樹

脂シート体が形成できる。絶縁性樹脂シート体を所定寸法毎に切断すれば、図 6 3 A, 図 6 4 A, 図 6 5 に示すような上記絶縁性樹脂シート 6 となる。

5 なお、基板側に無機フィラー 6 f が少ない層を配置する場合には、上記と逆の工程、すなわち、ベースフィルム上に第 2 層を形成したのち、第 2 層上に第 1 層を形成して、2 層構造の絶縁性樹脂シート体が形成できる。絶縁性樹脂シート体を所定寸法毎に切断すれば、図 6 3 B, 図 6 4 B, 図 6 6 に示すような上記絶縁性樹脂シート 6 となる。

10 また、一旦、無機フィラー 6 f の濃度が低い、又は、無機フィラー 6 f が入っていない絶縁性樹脂 3 0 6 m を第 1 層として塗布乾燥（省略されることもある。）し、第 1 層の上に無機フィラー 3 f を第 1 層よりも多く混入した絶縁性樹脂を塗布して第 2 層として塗布乾燥（省略されることもある。）し、この上に無機フィラーの量が第 2 層より少ないまたは無い第 3 層を塗布する。これを乾燥することにより、ベースフィルム上に第 1 層と第 2 層と第 3 層とが形成された 3 層構造の絶縁性樹脂シート体が形成できる。絶縁性樹脂シート体を所定寸法毎に切断すれば、図 6 3 C, 図 6 4 C, 図 6 7 A に示すような上記絶縁性樹脂シート 6 となる。

20 上記直接、回路基板 4 上で絶縁性樹脂層を形成する方法によれば、上記電子部品ユニットを製造する側で、上記絶縁性樹脂層において、電子部品に最適な材料の樹脂を選択して電子部品側に配置する一方、基板に最適な材料の樹脂を選択して基板側に配置することができ、樹脂の選択の自由度を高めることができる。

25 これに対して、絶縁性樹脂シート体を製造する方法では、上記したほど選択の自由度は無いが、一括して多数の上記絶縁性樹脂シート 6 を製造することができて、製造効率が良いとともにより安価なものとなるとともに、貼り付け装置が 1 台で十分になる。

 上記したように、本発明の上記各実施形態によれば、電子部品例えば IC チップと回路基板を接合するのに従来要した工程の多くを無くすことができ、非常に生産性を向上させることができる。すなわち、例えば、従来例として記載

したスタッド・バンプ・ボンディングや半田バンプによる接合では、フリップチップ接合した後に封止材を注入してパッチ炉に入れて硬化する必要がある。この封止材の注入には、1ヶあたり数分、また、封止材の硬化に、2から5時間を要する。スタッド・バンプ・ボンディング実装においては、さらにその前
5 行程として、バンプにAgペーストを転写して、これを基板に搭載した後、Agペーストを硬化するという工程が必要となる。この工程には2時間を要する。これに対して、上記実施形態の方法では、上記封止工程を無くすことができ、非常に生産性を向上させることができる。さらに、上記実施形態では、固体又は半固体の絶縁性樹脂の封止シート等を用いることにより、例えば分子量の大きなエポキシ樹脂を用いることができることとなり、10～20秒程度の短時間で接合が可能となり、接合時間の短縮も図ることができ、さらに生産性を向上させることができる。また、接合材料として導電粒子の無い熱硬化性樹脂シート6又は熱硬化性接着剤306bを用いた場合には、従来例2で示した方法
10 に比べて絶縁性樹脂中に導電性微片を加える必要が無いため、安価なICチップの実装方法及び装置を提供することができる。

さらに、以下のような効果をも奏することができる。

(1) バンプ形成

バンプをメッキで形成する方法（従来例3）では、専用のバンプ形成工程を半導体メーカーで行う必要があり、限定されたメーカーでしかバンプの形成が
20 できない。ところが、本発明の上記実施形態によれば、ワイヤボンディング装置により、汎用のワイヤボンディング用のICチップを用いることができ、ICチップの入手が容易となる。すなわち、汎用のワイヤボンディング用のICチップを用いることができる理由は、ワイヤボンディングであれば、Alパッドが形成された通常のICパッド上に、ワイヤボンディング装置やバンプボンディング装置を用いてバンプが形成可能であるからである。一方、バンプをメ
25 ッキで形成する方法（従来例3）によりメッキバンプを形成するには、Alパッドの上に、Ti、Cu、Crなどのバリヤメタルを形成したのちにレジストをスピコートで塗布し、露光してバンプ形成部のみ穴をあける。これに電気

を通电して、その穴部分にAuなどからなるメッキを行うことで形成する。従って、メッキバンプを形成するには、大規模なメッキ装置や、シアン化合物などの危険物の廃液処理装置を必要とするので、通常のアセンブリ工程を行う工場では現実には実施不可能である。

5 また、従来例1の方法に比べて、導電性接着剤の転写といった不安定な転写工程での接着剤の転写量を安定させるためのバンプレベリングが不要となり、そのようなレベリング工程用のレベリング装置が不要となる。その理由は、バンプを押圧しながら基板の電極上で押しつぶすため、予めバンプだけをレベリングしておく必要がないためである。

10 また、上記実施形態において以下のようにすれば、バンプ103を回路基板4の電極5にズレて実装された場合においても、信頼性の高い接合を達成することもできる。すなわち、バンプ3をICチップ1上に形成する際にワイヤボンディングと同様に金線を電気スパークにより金ボール96aを形成する。次に、95aで示す直径 $\Phi d - \text{Bump}$ のボール96aを形成し、これをチャム

15 ファー角 θc が 100° 以下となるキャピラリー193の93aで示すチャムファー直径 ϕD を金ボール96aの直径 $d - \text{Bump}$ の $1/2$ から $3/4$ とし、キャピラリー193の金ボール96aと接する部分に平らな部位を設けない先端形状としたキャピラリー193でICチップ1の電極2に超音波及び熱圧着によりバンプ103を形成する。上記形状のキャピラリー193を用いること

20 で図47Bのような先端が大略円錐状のバンプ103をICチップ1の電極2に形成することができる。上記方法で形成したバンプ103を回路基板4の電極5に図48Cのごとく寸法Zだけズレて実装された場合においても、バンプ103がその先端が大略円錐形であるためバンプ103の外径の半分までのズレである場合はバンプ103の一部が必ず基板4の電極5と接触することがで

25 きる。従来のバンプ3の図48Dではバンプ3のいわゆる台座3gの幅寸法dの一部が接触するが、部分的にしか接触せず不安定な接合となる。これを冷熱衝撃試験やリフローにかけた場合に接合部分がオープンとなる。本発明では、このような不安定な接合がなくなり、生産歩留まりと信頼性の高い接合を提供

することができる。

(2) ICチップと回路基板の接合

従来例2の方法によれば、接続抵抗は、 bumps と回路基板の電極の間に存在する導電粒子の数に依存していたが、本発明の上記実施形態では、独立した工程としてのレベリング工程において bumps 3 をレベリングせずに回路基板4の電極5に従来例1、2よりも強い荷重（例えば、1 bumps 3 あたり 20 gf 以上の加圧力）で押しつけて bumps 3 と電極5とを直接的に接合することができるため、介在する粒子数に接続抵抗値が依存せず、安定して接続抵抗値が得られる。

また、従来のレベリング工程では基板電極との接合時の bumps 高さを一定に整えるために行っているが、本発明の上記各実施形態では bumps 3 の押しつぶしを電極2又は5への接合と同時に行うことができるので、独立したレベリング工程が不要であるばかりでなく、接合時に回路基板4の反りやうねりを変形させて矯正しながら接合することができるので、又は、 bumps 3, 103 に付着させた導電性ペーストを硬化して接合時に導電性ペーストを変形させることにより、 bumps 3, 103 のレベリングを一切不要として、接合時に回路基板4の反りやうねりを変形させて矯正しながら接合するので、反りやうねりに強い。

ところで、従来例1では $10\text{ }\mu\text{m}/\text{ICチップ}$ （1個のICチップ当たり $10\text{ }\mu\text{m}$ の厚み反り寸法精度が必要であることを意味する。）、従来例2では $2\text{ }\mu\text{m}/\text{IC}$ 、従来例3でも $1\text{ }\mu\text{m}/\text{ICチップ}$ （ bumps 高さバラツキ $\pm 1\text{ }\mu\text{m}$ 以下）というような高精度の基板4や bumps 3, 103 の均一化が必要であり、実際上は、LCDに代表されるガラス基板が用いられている。これに対して、本発明の上記実施形態によれば、接合時に回路基板4の反りやうねりを変形させて矯正しながら接合するので、反りやうねりのある平面度の悪い基板、例えば、樹脂基板、フレキシブル基板、多層セラミック基板などを用いることができ、より低廉で汎用性のあるICチップの接合方法を提供することができる。

また、ICチップ1と回路基板4との間の熱硬化性樹脂306mの体積をI

Cチップ1と回路基板4との間の空間の体積より大きくするようにすれば、この空間からはみ出すように流れ出て、封止効果を奏することができる。よって、従来例1で必要とした導電性接着剤でICチップと回路基板を接合した後にICチップの下に封止樹脂（アンダーフィルコート）を行う必要がなく、工程を短縮することができる。

なお、無機フィラー6fを熱硬化性樹脂306mにその5～90wt%程度配合することにより、熱硬化性樹脂の弾性率、熱膨張係数を基板4に最適なものにコントロールすることができる。これに加えて、通常のメッキバンプでこれを利用すると、バンプと回路基板の間に無機フィラーが入り込み、接合信頼性が低くなる。しかしながら、本発明の上記実施形態のようにスタッドバンプ（ワイヤーボンディングを応用した形成方法）を用いるようにすれば、接合開始当初に熱硬化性樹脂306m中に入り込んできた尖っているバンプ3, 103により、無機フィラー6fを、よって、熱硬化性樹脂306mを、バンプ3, 103の外側方向へ押し出さすことにより、バンプ3, 103が変形していく過程で無機フィラー6fと熱硬化性樹脂306mをバンプ3, 103と電極5, 2の間から押し出し、不要な介在物を存在させないようにすることができ、より信頼性を向上させることができる。

以上、本発明によれば、従来の接合工法よりも生産性よく、低廉な電子部品例えばICチップと回路基板の接合方法及びその装置を提供することができる。

上記したように、本発明によれば、電子部品と回路基板を接合するのに従来要した工程の多くを無くすことができ、非常に生産性を向上させることができる。

また、接合材料として導電粒子の無い絶縁性樹脂（例えば、熱硬化性樹脂シート又は熱硬化性接着剤）を用いた場合には、従来例2で示した方法に比べて絶縁性樹脂中に導電性微片を加える必要が無いため、安価な電子部品の実装方法及び装置を提供することができる。

さらに、以下のような効果をも奏することができる。

（1）バンプ形成

5 バンプをメッキで形成する方法（従来例 3）では、専用のバンプ形成工程を半導体メーカーで行う必要があり、限定されたメーカーでしかバンプの形成ができない。ところが、本発明によれば、ワイヤボンディング装置により、電子部品の例として汎用のワイヤボンディング用の IC チップを用いることができ、IC チップの入手が容易となる。

また、従来例 1 の方法に比べて、導電性接着剤の転写といった不安定な転写工程での接着剤の転写量を安定させるためのバンプレベリングが不要となり、そのようなレベリング工程用のレベリング装置が不要となる。

10 また、先端が大略円錐状のバンプを電子部品の電極に形成すれば、バンプを回路基板の電極にズレて実装された場合においても、バンプがその先端が大略円錐形であるためバンプの外径の半分までのズレである場合はバンプの一部が必ず基板の電極と接触することができる。従来のバンプではバンプのいわゆる台座の一部が接触するが、部分的にしか接触せず不安定な接合となる。これを冷熱衝撃試験やリフローにかけた場合に接合部分がオープンとなる。本発明で
15 は、このような不安定な接合がなくなり、生産歩留まりと信頼性の高い接合を提供することができる。

（2） IC チップと回路基板の接合

20 従来例 2 の方法によれば、接続抵抗は、バンプと回路基板の電極の間に存在する導電粒子の数に依存していたが、本発明では、独立した工程としてのレベリング工程においてバンプをレベリングせずに回路基板の電極に従来例 1、2 よりも強い荷重（例えば、1 バンプあたり 20 g f 以上の加圧力）で押しつけてバンプと電極とを直接的に接合することができるため、介在する粒子数に接続抵抗値が依存せず、安定して接続抵抗値が得られる。

25 また、従来のレベリング工程では基板電極との接合時のバンプ高さを一定に整えるために行っているが、本発明ではバンプの押しつぶしを電極への接合と同時に行うことができるので、独立したレベリング工程が不要であるばかりでなく、接合時に回路基板の反りやうねりを変形させて矯正しながら接合することができるので、又は、バンプに付着させた導電性ペーストを硬化して接合時

に導電性ペーストを変形させることにより、バンプのレベリングを一切不要として、接合時に回路基板の反りやうねりを変形させて矯正しながら接合するので、反りやうねりに強い。

5 ところで、従来例1では $10\mu\text{m}/\text{ICチップ}$ （1個のICチップ当たり $10\mu\text{m}$ の厚み反り寸法精度が必要であることを意味する。）、従来例2では $2\mu\text{m}/\text{IC}$ 、従来例3でも $1\mu\text{m}/\text{ICチップ}$ （バンプ高さバラツキ $\pm 1\mu\text{m}$ 以下）というような高精度の基板やバンプの均一化が必要であり、実際上は、LCDに代表されるガラス基板が用いられている。これに対して、本発明によれば、接合時に回路基板の反りやうねりを変形させて矯正しながら接合すること
10 ができるので、反りやうねりのある平面度の悪い基板、例えば、樹脂基板、フレキシブル基板、多層セラミック基板などを用いることができ、より低廉で汎用性のあるICチップの接合方法を提供することができる。

15 また、電子部品と回路基板との間の絶縁性樹脂の体積を電子部品と回路基板との間の空間の体積より大きくするようにすれば、この空間からはみ出すように流れ出て、封止効果を奏することができる。よって、従来例1で必要とした導電性接着剤でICチップと回路基板を接合した後にICチップの下に封止樹脂（アンダーフィルコート）を行う必要がなく、工程を短縮することができる。

20 なお、無機フィラーを絶縁性樹脂にその5～90wt%程度配合することにより、絶縁性樹脂の弾性率、熱膨張係数を基板に最適なものにコントロールすることができる。これに加えて、通常メッキバンプでこれを利用すると、バンプと回路基板の間に無機フィラーが入り込み、接合信頼性が低くなる。しかしながら、本発明のようにスタッドバンプ（ワイヤーボンディングを応用した形成方法）を用いるようにすれば、接合開始当初に絶縁性樹脂中に入り込んできた尖っているバンプにより、無機フィラーを、よって、絶縁性樹脂を、バンプの外側方向へ押し出さすことにより、バンプが変形していく過程で無機フィ
25 ラーと絶縁性樹脂をバンプと電極の間から押し出し、不要な介在物を存在させないようにすることができ、より信頼性を向上させることができる。

 また、同じ重量の無機フィラーを配合する場合には、平均粒径が $3\mu\text{m}$ 以上

の大きな無機フィラーを用いるようにするか、複数の異なる平均粒径を持つ無機フィラーを用いるようにするか、一方の無機フィラーの平均粒径は、他方の無機フィラーの平均粒径の2倍以上異なっている無機フィラーを用いるようにするか、少なくとも2種類の無機フィラーのうち一方の無機フィラーは3 μ mを超える平均粒径を持ち、他方の無機フィラーは3 μ m以下の平均粒径を持つ無機フィラーを用いるようにすれば、無機フィラーの周りにおける吸湿量を減らしめることができ、耐湿性を向上させることが可能となるとともに、無機フィラーの量を増加させることができ、フィルム化（固体化）することが容易になる上に、絶縁性樹脂層例えば樹脂シート又は接着剤の線膨張係数を低下させることができ、より長寿命化させることができ、信頼性を向上させることができる。。

さらに、平均粒径の大きい一方の無機フィラーは上記絶縁性樹脂と同一材料からなるようにすれば、応力緩和作用を奏するようになすことができ、又、平均粒径の大きい一方の無機フィラーは上記絶縁性樹脂であるエポキシ樹脂よりも柔らかく、上記一方の無機フィラーが圧縮されるようにすれば、応力緩和作用を奏するようになすこともできる。

また、電子部品又は上記基板と絶縁性樹脂層との接合界面では無機フィラーが存在しないかその量を少なくすれば、絶縁性樹脂本来の接着性が発揮されて、上記接合界面で接着性の高い絶縁性樹脂が多くなり、電子部品又は上記基板と絶縁性樹脂との密着強度を向上させることができ、無機フィラーによる線膨張係数を下げる効果を持たせたまま、電子部品又は上記基板との接着性が向上する。これにより、各種信頼性試験での寿命が向上するとともに、曲げに対する剥離強度が向上する。

さらに、上記電子部品に接触する部分又は層では、電子部品表面に用いられる膜素材に対して密着性を向上させる絶縁性樹脂を用いる一方、上記基板に接触する部分又は層では、基板表面の材料に対して密着性を向上させる絶縁性樹脂を用いるようにすれば、さらに密着性を向上させることができる。

なお、上記各実施形態において、上記超音波を印加して上記金バンプと上記

基板の上記電極とを金属接合するとき及び上記基板の反りの矯正と上記バンプを押しつぶすときの両方の工程において上記電子部品及び基板の両方とも加熱することなく、それぞれ、行ったのち、上記電子部品側から、又は基板側から、又は、上記電子部品側と上記基板側の両方から加熱するようにしてもよい。

- 5 以上、本発明によれば、回路基板と電子部品を接合した後に、電子部品と基板の間に流し込む封止樹脂工程やバンプの高さを一定に揃えるバンプレベルング工程を必要とせず、電子部品を基板に生産性良くかつ高信頼性で接合する回路基板への電子部品の実装方法及び装置を提供することができる。

- 10 本発明は、添付図面を参照しながら好ましい実施形態に関連して十分に記載されているが、この技術の熟練した人々にとっては種々の変形や修正は明白である。そのような変形や修正は、添付した請求の範囲による本発明の範囲から外れない限りにおいて、その中に含まれると理解されるべきである。

請 求 の 範 囲

1. ワイヤボンディングと同様に金属線（95）の先端に電気スパークによりボール（96, 96a）を形成し、上記形成されたボールをキャピラリー
5 （93, 193）により電子部品（1）の電極（2）に超音波熱圧着してバンプ（3, 103）を形成し、

無機フィラーを配合した絶縁性樹脂に導電粒子（10a）を配合した異方性導電層（10）を介在させながら、上記電子部品の上記電極と回路基板（4）の電極（5）とを位置合わせして上記電子部品を上記基板に搭載し、

10 その後、上記電子部品側から加熱しながら、又は基板側から加熱しながら、又は、上記電子部品側と上記基板側の両方から加熱しながら、ツール（8）により上記電子部品を上記回路基板に1バンプあたり20gf以上の加圧力により押圧し、上記基板の反りの矯正と上記バンプを押しつぶしながら、上記電子部品と上記回路基板の間に介在する上記異方性導電層の上記絶縁性樹脂を硬化
15 して、上記電子部品と上記回路基板を接合して上記電子部品の上記電極と上記回路基板の上記電極を電氣的に接続する電子部品の実装方法。

2. 上記バンプを形成したのち、上記異方性導電層を介在させながら、上記電子部品の上記電極と上記回路基板（4）の上記電極（5）とを位置合わせして上記電子部品を上記基板に搭載する前に、

20 上記形成されたバンプを、一度、20gf以下の荷重で押圧して上記バンプのネック部分の倒れを防止するように先端を整えるようにした請求項1に記載の電子部品の実装方法。

3. 上記異方性導電層の上記絶縁性樹脂（6m）が絶縁性熱硬化性エポキシ樹脂であり、この絶縁性熱硬化性エポキシ樹脂に配合する上記無機フィラー
25 の量は上記絶縁性熱硬化性エポキシ樹脂の5～90wt%である請求項1又は2に記載の電子部品の実装方法。

4. 上記異方性導電層の上記絶縁性樹脂（6m）は当初上記基板に塗布する際に液体であり、上記基板に塗布後、上記基板を炉（503）内に入れて上

記塗布された絶縁性樹脂の液体を硬化させることにより、又は、加熱されたツール（７８）により上記塗布された絶縁性樹脂の液体を押圧することにより、半固体化したのち、上記電子部品を上記基板に搭載する請求項１～３のいずれかに記載の電子部品の実装方法。

- 5 ５． ワイヤボンディングと同様に金属線（９５）の先端に電気スパークによりボール（９６，９６ａ）を形成し、上記形成されたボールをキャピラリー（９３，１９３）により電子部品（１）の電極（２）に超音波熱圧着して金バンプ（３，１０３）を形成し、

10 上記形成されたバンプをレベリングせずに、無機フィラーを配合した絶縁性樹脂に導電粒子（１０ａ）を配合した異方性導電層（１０）を介在させながら、上記電子部品の上記電極と回路基板（４）の電極（５）とを位置合わせして上記電子部品を上記基板に搭載し、

15 その後、ツール（８）により上記電子部品の上面側から荷重を印加して上記金バンプのネック部分の倒れを防止するように先端を整えとともに超音波を印加して上記金バンプと上記基板の上記電極とを金属接合し、

20 次に、上記電子部品の上記上面側から加熱しながら、又は、上記基板側から加熱しながら、又は、上記電子部品側と上記基板側の両方から加熱しながら、上記電子部品を上記回路基板に１バンプあたり２０ｇｆ以上の加圧力により押圧し、上記基板の反りの矯正と上記バンプを押しつぶしながら、上記電子部品と上記回路基板の間に介在する上記異方性導電層の上記絶縁性樹脂を硬化して、上記電子部品と上記回路基板を接合して上記電子部品の上記電極と上記回路基板の上記電極を電氣的に接続する電子部品の実装方法。

25 ６． 上記電子部品（１）は複数の電極（２）を有し、上記位置合わせの前に、上記回路基板（４）に、上記異方性導電層として、上記電子部品（１）の上記複数の電極（２）を結んだ外形寸法（ＯＬ）より小さい形状寸法の固形の異方性導電膜シート（１０）を貼り付けたのち上記位置合わせを行い、上記接合においては、上記異方性導電膜シート（１０）を加熱しながら、上記電子部品を上記回路基板に加圧押圧して、上記回路基板の反りの矯正を同時に行いながら、

上記電子部品と上記回路基板の間に介在する上記絶縁性樹脂を硬化して、上記電子部品と上記回路基板を接合するようにした請求項 1 ～ 5 のいずれかに記載の電子部品の実装方法。

5 7. 上記バンパを上記電子部品上に形成する際にワイヤボンディングと同様に金属線 (9 5) の先端に電気スパークにより金ボール (9 6 a) を形成するとき、チャムファー角 (θc) を 100° 以下とし、かつ、上記金ボールと接する部分に平らな部位を設けない先端形状を有する上記キャピラリーにより、先端が大略円錐状の上記金バンパを上記電子部品の上記電極に形成する請求項 1 ～ 6 のいずれかに記載の電子部品の実装方法。

10 8. ワイヤボンディングと同様に金属線 (9 5) の先端に電気スパークによりボール (9 6, 9 6 a) を形成し、上記形成されたボールをキャピラリー (9 3, 1 9 3) により電子部品 (1) の電極 (2) にバンパ (3, 1 0 3) を形成し、

15 上記形成されたバンパをレベリングせずに、無機フィラーを配合した絶縁性樹脂に導電粒子 (1 0 a) を配合した異方性導電層 (1 0) を介在させながら、上記電子部品の上記電極と回路基板 (4) の電極 (5) とを位置合わせして上記電子部品を上記基板に搭載し、

20 その後、所定温度に加熱されたツール (8) により上記電子部品の上面から加熱しながら、加圧力として上記電子部品を上記回路基板に圧力 P 1 により押圧して上記基板の反りの矯正を行いながら、上記電子部品と上記回路基板の間に介在する上記異方性導電層の上記絶縁性樹脂を硬化し、

25 その後、所定時間後、上記加圧力を上記圧力 P 1 より低い圧力 P 2 に降下させて上記異方性導電層の上記絶縁性樹脂の硬化時の応力を緩和しながら、上記電子部品と上記回路基板を接合して上記電子部品の上記電極と上記回路基板の上記電極を電氣的に接続する電子部品の実装方法。

9. 上記圧力 P 1 は $20 \text{ gf} / \text{バンパ以上}$ 、上記圧力 P 2 は上記圧力 P 1 の $1 / 2$ 以下とする請求項 8 に記載の電子部品の実装方法。

1 0. 無機フィラーを配合した絶縁性樹脂に導電粒子 (1 0 a) を配合した

異方性導電層（１０）を、回路基板（４）の電極（５）又は電子部品（１）に貼り付ける装置（７，１０９，２００，２０１）と、

上記電子部品（１）の電極（２）にワイヤボンディングと同様に金属線（９５）の先端に電気スパークによりボール（９６，９６ａ）を形成し、これをキャピラリー（９３，１９３）により上記基板の上記電極に超音波熱圧着して形成してレベリングしないバンプ（３，１０３）を形成する装置（９３，１９３）と、

上記電子部品を上記回路基板（４）の上記電極（５）に位置合わせして搭載する装置（６００）と、

ツール（８）により、加熱しながら、上記電子部品を上記回路基板に１バンプあたり２０ｇｆ以上の加圧力により押圧し、上記基板の反りの矯正を行いながら、上記電子部品と上記回路基板の間に介在する上記異方性導電層の上記絶縁性樹脂を硬化して、上記電子部品と上記回路基板を接合して上記電子部品の上記電極と上記回路基板の上記電極を電氣的に接続する装置（８，９）とを備える電子部品の実装装置。

１１． 無機フィラーを配合した絶縁性樹脂に導電粒子（１０ａ）を配合した異方性導電層（１０）を、回路基板（４）の電極（５）又は電子部品（１）に貼り付ける装置（７，１０９，２００，２０１）と、

上記電子部品（１）の電極（２）にワイヤボンディングと同様に金属線（９５）の先端に電気スパークによりボール（９６，９６ａ）を形成し、これをキャピラリー（９３，１９３）により上記基板の上記電極に超音波熱圧着して形成してレベリングしない金バンプ（３，１０３）を形成する装置（９３，１９３）と、

上記電子部品を上記回路基板（４）の上記電極（５）に位置合わせして搭載する装置（６００）と、

ツール（６２８）により上記電子部品の上面から荷重を印加して上記金バンプのネック部分の倒れを防止するように先端を整えとともに超音波を印加して上記金バンプと上記基板の上記電極とを金属接合する装置（６２０）と、

ツール（８）により加熱しながら、上記電子部品を上記回路基板に１バンプあたり２０ｇｆ以上の加圧力により押圧し、上記基板の反りの矯正を行うとともに上記バンプを押しつぶしながら、上記電子部品と上記回路基板の間に介在する上記異方性導電層の上記絶縁性樹脂を硬化して、上記電子部品と上記回路
5 基板を接合して上記電子部品の上記電極と上記回路基板の上記電極を電氣的に接続する装置（８，９）とを備える電子部品の実装装置。

１２． 上記金ボール（９６ａ）を形成する装置（９３，１９３）は、上記金ボールと接する部分に平らな部位を設けない先端形状を有するとともにチャム
10 ファー角（ θc ）が１００°以下となる上記キャピラリーを有して、該キャピラリーにより、先端が大略円錐状の上記金バンプを上記電子部品の上記電極に形成する請求項１０～１１のいずれかに記載の電子部品の実装装置。

１３． 無機フィラーを配合した絶縁性樹脂に導電粒子（１０ａ）を配合した異方性導電層（１０）を回路基板（４）又は電子部品（１）に貼り付ける装置
（７，１０９，２００，２０１）と、

15 上記電子部品（１）の電極（２）にワイヤボンディング同様に金属線（９５）の先端に電気スパークによりボール（９６，９６ａ）を形成し、これをキャピラリー（９３，１９３）により上記基板の上記電極に形成してレベリングしないバンプ（３，１０３）を形成する装置（９３，１９３）と、

20 上記電子部品を上記回路基板（４）の上記電極（５）に位置合わせして搭載する装置（６００）と、

所定温度に加熱されたツール（８）により、上記電子部品の上面から加熱しながら、加圧力として上記電子部品を上記回路基板に圧力Ｐ１により押圧して上記基板の反りの矯正を行いながら、上記電子部品と上記回路基板の間に介在する上記絶縁性樹脂を硬化し、その後、所定時間後、上記加圧力を上記圧力Ｐ
25 １より低い圧力Ｐ２に降下させて上記異方性導電層の上記絶縁性樹脂の硬化時の応力を緩和しながら上記電子部品と上記回路基板を接合して上記電子部品の上記電極と上記回路基板の上記電極を電氣的に接続する装置（８，９）とを備える電子部品の実装装置。

1 4. 上記異方性導電層の上記絶縁性樹脂に配合する上記無機フィラーの平均粒径が $3 \mu\text{m}$ 以上である請求項 1 ～ 3 のいずれかに記載の電子部品の実装方法。

1 5. 上記異方性導電層の上記絶縁性樹脂に配合する上記無機フィラーは、
5 複数の異なる平均粒径を持つ少なくとも 2 種類の無機フィラー（6 f - 1, 6 f - 2）であって、上記少なくとも 2 種類の無機フィラーのうち一方の無機フィラー（6 f - 1）の平均粒径は、上記少なくとも 2 種類の無機フィラーのうち他方の無機フィラー（6 f - 2）の平均粒径の 2 倍以上異なっている請求項 1 ～ 3, 1 4 のいずれかに記載の電子部品の実装方法。

1 6. 上記異方性導電層は、上記電子部品又は上記基板のいずれか一方に接触する部分が、他の部分よりも上記無機フィラー量が少ないようにした請求項 1 ～ 3, 1 4 ～ 1 5 のいずれかに記載の電子部品の実装方法。

1 7. 上記異方性導電層は、上記電子部品及び上記基板にそれぞれ接触する部分が、他の部分よりも上記無機フィラー量が少ないようにした請求項 1 5 に
15 記載の電子部品の実装方法。

1 8. 電子部品（1）の電極（2）に形成されたバンプ（3, 1 0 3）を、絶縁性樹脂（6 m）に無機フィラー（6 f）が配合されかつ硬化された異方性導電層（1 0）を介在させかつ上記バンプが押しつぶされた状態で、回路基板（4）の電極（5）に接合されて上記電子部品の上記電極と上記回路基板の上記電極を電氣的に接続しており、
20

上記異方性導電層（1 0）は、上記電子部品又は上記基板のいずれか一方に接触する部分が、他の部分よりも上記無機フィラー量が少ないようにした電子部品ユニット。

1 9. 電子部品（1）の電極（2）に形成されたバンプ（3, 1 0 3）を、
25 絶縁性樹脂（6 m）に無機フィラー（6 f）が配合されかつ硬化された異方性導電層（1 0）を介在させかつ上記バンプが押しつぶされた状態で、回路基板（4）の電極（5）に接合されて上記電子部品の上記電極と上記回路基板の上記電極を電氣的に接続しており、

上記異方性導電層（１０）は、上記電子部品又は上記基板のいずれか一方に接触する部分に位置されかつ上記絶縁性樹脂と同一の絶縁性樹脂に上記無機フィラーを配合した第１樹脂層（６ｘ）と、上記第１樹脂層に接触し、かつ、上記第１樹脂層よりも上記無機フィラー量が少ない絶縁性樹脂で構成される第２樹脂層（６ｙ）とを備える電子部品ユニット。

5

２０． 上記バンプはめっき又は印刷により形成したバンプである請求項１～９，１４～１７のいずれかに記載の電子部品の実装方法。

２１． 上記バンプはめっき又は印刷により形成したバンプである請求項１８～１９のいずれかに記載の電子部品ユニット。

10

２２． 上記異方性導電層は、上記無機フィラーを配合した固形の絶縁性樹脂に、上記無機フィラーの平均粒径より大きい平均直径を有する導電粒子（１０ａ）を配合した請求項１～９，１４～１７，２０のいずれかに記載の電子部品の実装方法。

15

２３． 上記異方性導電層は、上記無機フィラー（６ｆ）を配合した固形の絶縁性樹脂に、上記無機フィラーの平均粒径がより大きい平均直径を有する導電粒子（１０ａ）を配合した請求項１０～１２のいずれかに記載の電子部品の実装装置。

20

２４． 上記異方性導電層は、上記無機フィラー（６ｆ）を配合した固形の絶縁性樹脂に、上記無機フィラーの平均粒径がより大きい平均直径を有する導電粒子（１０ａ）を配合した請求項１８～１９，２１のいずれかに記載の電子部品ユニット。

25

２５． ワイヤボンディングと同様に金属線（９５）の先端に電気スパークによりボール（９６，９６ａ）を形成し、上記形成されたボールをキャピラリー（９３，１９３）により電子部品（１）の電極（２）に超音波熱圧着してバンプ（３，１０３）を形成し、

上記形成されたバンプをレベリングせずに、絶縁性樹脂（３０６ｍ）に無機フィラー（６ｆ）を配合した固体又は半固体の絶縁性樹脂層（６，３０６ｂ）を介在させながら、上記電子部品の上記電極と回路基板（４）の電極（５）と

を位置合わせして上記電子部品を上記基板に搭載し、

その後、上記電子部品側から加熱しながら、又は基板側から加熱しながら、又は、上記電子部品側と上記基板側の両方から加熱しながら、ツール（８）により上記電子部品を上記回路基板に１バンプあたり２０ｇｆ以上の加圧力により押し、上記基板の反りの矯正と上記バンプを押しつぶしながら、上記電子部品と上記回路基板の間に介在する上記絶縁性樹脂層を硬化して、上記電子部品と上記回路基板を接合して上記電子部品の上記電極と上記回路基板の上記電極を電氣的に接続する電子部品の実装方法。

２６． 上記バンプを形成したのち、上記絶縁性樹脂（３０６ｍ）に上記無機フィラー（６ｆ）を配合した上記固体又は半固体の絶縁性樹脂層（６，３０６ｂ）を介在させながら、上記電子部品の上記電極と上記回路基板（４）の上記電極（５）とを位置合わせして上記電子部品を上記基板に搭載する前に、

上記形成されたバンプを、一度、２０ｇｆ以下の荷重で押しつぶして上記バンプのネック部分の倒れを防止するように先端を整えるようにした請求項２５に記載の電子部品の実装方法。

２７． 上記絶縁性樹脂（３０６ｍ）が絶縁性熱硬化性エポキシ樹脂であり、この絶縁性熱硬化性エポキシ樹脂に配合する上記無機フィラーの量は上記絶縁性熱硬化性エポキシ樹脂の５～９０ｗｔ％である請求項２５又は２６に記載の電子部品の実装方法。

２８． ワイヤボンディングと同様に金属線（９５）の先端に電気スパークによりボール（９６，９６ａ）を形成し、上記形成されたボールをキャピラリー（９３，１９３）により電子部品（１）の電極（２）に超音波熱圧着して金バンプ（３，１０３）を形成し、

上記形成されたバンプをレベリングせずに、絶縁性樹脂（３０６ｍ）に無機フィラー（６ｆ）を配合した固体又は半固体の絶縁性樹脂層（６，３０６ｂ）を介在させながら、上記電子部品の上記電極と回路基板（４）の電極（５）とを位置合わせして上記電子部品を上記基板に搭載し、

その後、ツール（８）により上記電子部品の上面側から荷重を印加して上記

金バンプのネック部分の倒れを防止するように先端を整えるとともに超音波を印加して上記金バンプと上記基板の上記電極とを金属接合し、

次に、上記電子部品の上記上面側から加熱しながら、又は、上記基板側から加熱しながら、又は、上記電子部品側と上記基板側の両方から加熱しながら、
5 上記電子部品を上記回路基板に1バンプあたり20gf以上の加圧力により押圧し、上記基板の反りの矯正と上記バンプを押しつぶしながら、上記電子部品と上記回路基板の間に介在する上記絶縁性樹脂を硬化して、上記電子部品と上記回路基板を接合して上記電子部品の上記電極と上記回路基板の上記電極を電氣的に接続する電子部品の実装方法。

29. 上記電子部品(1)は複数の電極(2)を有し、上記位置合わせの前に、上記回路基板(4)に、上記絶縁性樹脂層として、上記電子部品(1)の上記複数の電極(2)を結んだ外形寸法(OL)より小さい形状寸法の固形の絶縁性樹脂シート(6)を貼り付けたのち上記位置合わせを行い、上記接合においては、上記絶縁性樹脂シート(6)を加熱しながら、上記電子部品を上記
10 回路基板に加圧押圧して、上記回路基板の反りの矯正を同時に行いながら、上記電子部品と上記回路基板の間に介在する上記絶縁性樹脂を硬化して、上記電子部品と上記回路基板を接合するようにした請求項25~28のいずれかに記載の電子部品の実装方法。

30. 上記バンプを上記電子部品上に形成する際にワイヤボンディングと同様に金属線(95)の先端に電気スパークにより金ボール(96a)を形成するとき、チャムファー角(θc)を100°以下とし、かつ、上記金ボールと接する部分に平らな部位を設けない先端形状を有する上記キャピラリーにより、先端が大略円錐状の上記金バンプを上記電子部品の上記電極に形成する請求項
20 25~29のいずれかに記載の電子部品の実装方法。

31. ワイヤボンディングと同様に金属線(95)の先端に電気スパークによりボール(96, 96a)を形成し、上記形成されたボールをキャピラリー(93, 193)により電子部品(1)の電極(2)にバンプ(3, 103)を形成し、
25

上記形成されたバンプをレベリングせずに、絶縁性樹脂（306m）に無機フィラー（6f）を配合した固体又は半固体の絶縁性樹脂層（6, 306b）を介在させながら、上記電子部品の上記電極と回路基板（4）の電極（5）とを位置合わせして上記電子部品を上記基板に搭載し、

- 5 その後、所定温度に加熱されたツール（8）により上記電子部品の上面から加熱しながら、加圧力として上記電子部品を上記回路基板に圧力P1により押圧して上記基板の反りの矯正を行いながら、上記電子部品と上記回路基板の間に介在する上記絶縁性樹脂を硬化し、

- 10 その後、所定時間後、上記加圧力を上記圧力P1より低い圧力P2に降下させて上記絶縁性樹脂の硬化時の応力を緩和しながら、上記電子部品と上記回路基板を接合して上記電子部品の上記電極と上記回路基板の上記電極を電氣的に接続する電子部品の実装方法。

32. 上記圧力P1は20gf／バンプ以上、上記圧力P2は上記圧力P1の1／2以下とする請求項31に記載の電子部品の実装方法。

- 15 33. 絶縁性樹脂（306m）に無機フィラー（6f）を配合した固体又は半固体の絶縁性樹脂層（6, 306b）を、回路基板（4）の電極（5）又は電子部品（1）に貼り付ける装置（7, 109, 200, 201）と、

- 20 上記電子部品（1）の電極（2）にワイヤボンディングと同様に金属線（95）の先端に電気スパークによりボール（96, 96a）を形成し、これをキャピラリー（93, 193）により上記基板の上記電極に超音波熱圧着して形成してレベリングしないバンプ（3, 103）を形成する装置（93, 193）と、

上記電子部品を上記回路基板（4）の上記電極（5）に位置合わせして搭載する装置（600）と、

- 25 ツール（8）により、加熱しながら、上記電子部品を上記回路基板に1バンプあたり20gf以上の加圧力により押圧し、上記基板の反りの矯正を行いながら、上記電子部品と上記回路基板の間に介在する上記絶縁性樹脂を硬化して、上記電子部品と上記回路基板を接合して上記電子部品の上記電極と上記回路基

板の上記電極を電氣的に接続する装置（８，９）とを備える電子部品の実装装置。

34. 絶縁性樹脂（３０６ｍ）に無機フィラー（６ｆ）を配合した固体又は半固体の絶縁性樹脂層（６，３０６ｂ）を、回路基板（４）の電極（５）又は電子部品（１）に貼り付ける装置（７，１０９，２００，２０１）と、

上記電子部品（１）の電極（２）にワイヤボンディングと同様に金属線（９５）の先端に電気スパークによりボール（９６，９６ａ）を形成し、これをキャピラリー（９３，１９３）により上記基板の上記電極に超音波熱圧着して形成してレベリングしない金バンプ（３，１０３）を形成する装置（９３，１９３）と、

上記電子部品を上記回路基板（４）の上記電極（５）に位置合わせして搭載する装置（６００）と、

ツール（６２８）により上記電子部品の上面から荷重を印加して上記金バンプのネック部分の倒れを防止するように先端を整えるとともに超音波を印加して上記金バンプと上記基板の上記電極とを金属接合する装置（６２０）と、

ツール（８）により加熱しながら、上記電子部品を上記回路基板に１バンプあたり２０ｇｆ以上の加圧力により押圧し、上記基板の反りの矯正を行うとともに上記バンプを押しつぶしながら、上記電子部品と上記回路基板の間に介在する上記絶縁性樹脂を硬化して、上記電子部品と上記回路基板を接合して上記電子部品の上記電極と上記回路基板の上記電極を電氣的に接続する装置（８，９）とを備える電子部品の実装装置。

35. 絶縁性樹脂（３０６ｍ）に無機フィラー（６ｆ）を配合した固体又は半固体の絶縁性樹脂層（６，３０６ｂ）を回路基板（４）又は電子部品（１）に貼り付ける装置（７，１０９，２００，２０１）と、

上記電子部品（１）の電極（２）にワイヤボンディング同様に金属線（９５）の先端に電気スパークによりボール（９６，９６ａ）を形成し、これをキャピラリー（９３，１９３）により上記基板の上記電極に形成してレベリングしないバンプ（３，１０３）を形成する装置（９３，１９３）と、

上記電子部品を上記回路基板（４）の上記電極（５）に位置合わせして搭載する装置（６００）と、

5 所定温度に加熱されたツール（８）により、上記電子部品の上面から加熱しながら、加圧力として上記電子部品を上記回路基板に圧力 P_1 により押圧して上記基板の反りの矯正を行いながら、上記電子部品と上記回路基板の間に介在する上記絶縁性樹脂を硬化し、その後、所定時間後、上記加圧力を上記圧力 P_1 より低い圧力 P_2 に降下させて上記絶縁性樹脂の硬化時の応力を緩和しながら上記電子部品と上記回路基板を接合して上記電子部品の上記電極と上記回路基板の上記電極を電氣的に接続する装置（８，９）とを備える電子部品の実装装置。

36. 上記絶縁性樹脂に配合する上記無機フィラーは、異なる平均粒径を持つ複数種類の無機フィラー（６f-1，６f-2）である請求項25～27のいずれかに記載の電子部品の実装方法。

15 37. 上記絶縁性樹脂層（６，３０６b）は、上記電子部品又は上記基板のいずれか一方に接触する部分が、他の部分よりも上記無機フィラー量が少ないようにした請求項25～27，36のいずれかに記載の電子部品の実装方法。

38. 上記絶縁性樹脂層（６，３０６b）は、上記電子部品及び上記基板にそれぞれ接触する部分が、他の部分よりも上記無機フィラー量が少ないようにした請求項37に記載の電子部品の実装方法。

20 39. 上記電子部品に接触する部分では、電子部品表面に用いられる膜素材に対して密着性を向上させる絶縁性樹脂を用いる一方、上記基板に接触する部分では、基板表面の材料に対して密着性を向上させる絶縁性樹脂を用いるようにした請求項37，38のいずれかに記載の電子部品の実装方法。

25 40. 上記絶縁性樹脂層（６，３０６b）は、上記電子部品又は上記基板のいずれか一方に接触する部分が、上記無機フィラーを配合しないようにした請求項25～27，36のいずれかに記載の電子部品の実装方法。

41. 電子部品（１）の電極（２）に形成されたバンプ（３，１０３）を、絶縁性樹脂（３０６m）に無機フィラー（６f）が配合されかつ硬化された絶

縁性樹脂層（６，３０６ｂ）を介在させかつ上記バンプが押しつぶされた状態で、回路基板（４）の電極（５）に接合されて上記電子部品の上記電極と上記回路基板の上記電極を電氣的に接続しており、

5 上記絶縁性樹脂層（６，３０６ｂ）は、上記電子部品又は上記基板のいずれか一方に接触する部分が、他の部分よりも上記無機フィラー量が少ない電子部品ユニット。

42. 電子部品（１）の電極（２）に形成されたバンプ（３，１０３）を、絶縁性樹脂（３０６ｍ）に無機フィラー（６ｆ）が配合されかつ硬化された絶縁性樹脂層（６，３０６ｂ）を介在させかつ上記バンプが押しつぶされた状態
10 で、回路基板（４）の電極（５）に接合されて上記電子部品の上記電極と上記回路基板の上記電極を電氣的に接続しており、

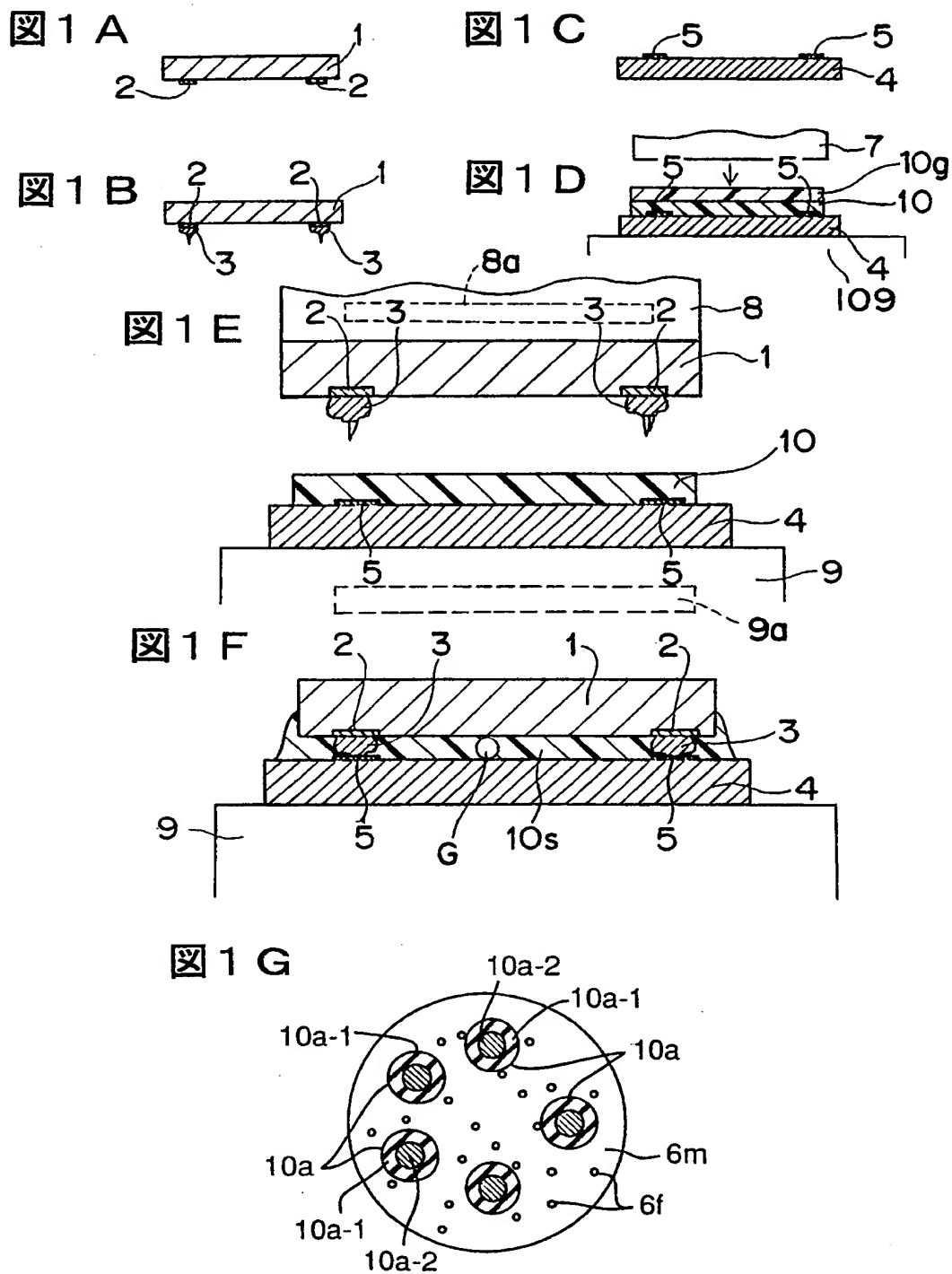
 上記絶縁性樹脂層（６，３０６ｂ）は、上記電子部品又は上記基板のいずれか一方に接触する部分に位置されかつ上記絶縁性樹脂と同一の絶縁性樹脂に上記無機フィラーを配合した第１樹脂層（６ｘ）と、上記第１樹脂層に接触し、
15 かつ、上記第１樹脂層よりも上記無機フィラー量が少ない絶縁性樹脂で構成される第２樹脂層（６ｙ）とを備える電子部品ユニット。

43. 上記超音波を印加して上記金バンプと上記基板の上記電極とを金属接合するとき、上記電子部品の上記上面側から加熱しながら、又は、上記基板側から加熱しながら、又は、上記電子部品側と上記基板側の両方から加熱するよう
20 にした請求項５又は２８に記載の電子部品の実装方法。

44. 請求項１～９，１４～１７，２５～３２，３６～４０，４３のいずれかに記載の電子部品の実装方法により上記電子部品が上記基板に実装された電子部品ユニット。

45. 上記超音波を印加して上記金バンプと上記基板の上記電極とを金属接合する装置は、上記電子部品の上記上面側から、又は、上記基板側から、又は、
25 上記電子部品側と上記基板側の両方から加熱する加熱部材を備えて、上記金属接合時に上記加熱部材により加熱するようにした請求項１１又は３４に記載の電子部品の実装装置。

THIS PAGE BLANK (USPTO)



2/56

図 2 A

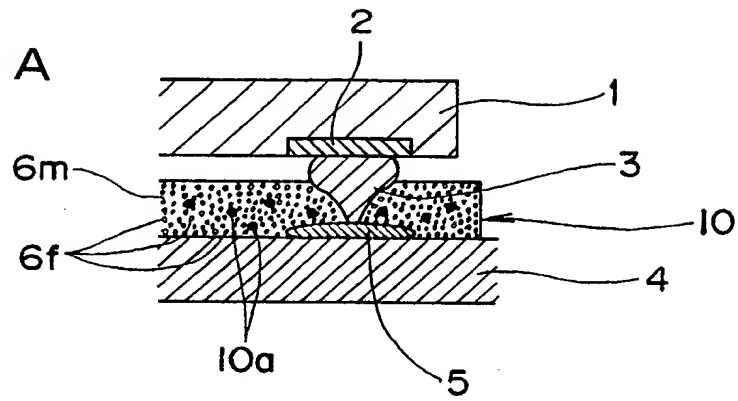


図 2 B

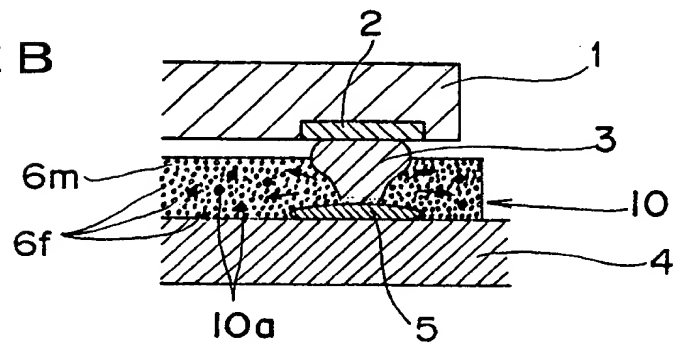
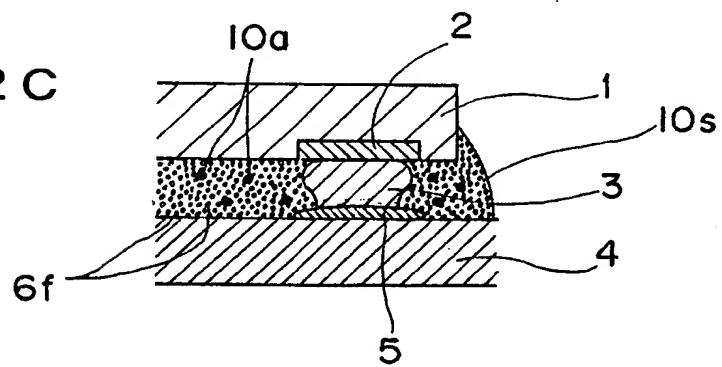


図 2 C



3/56

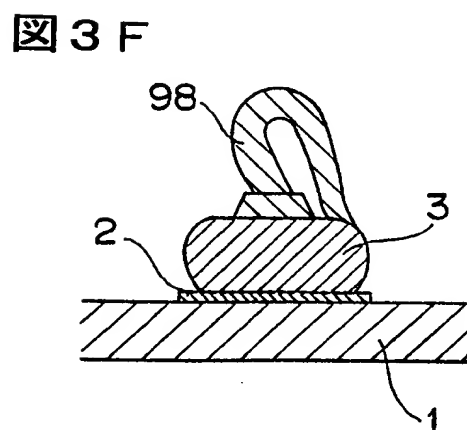
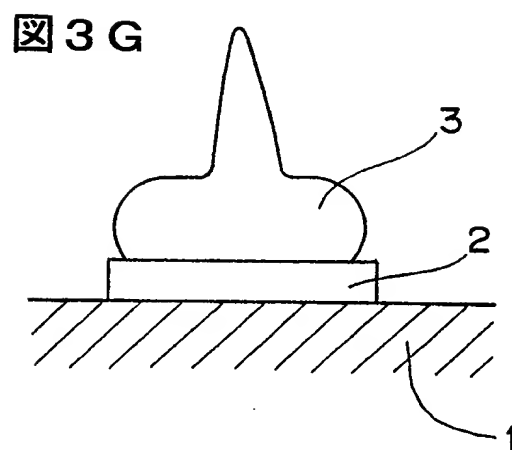
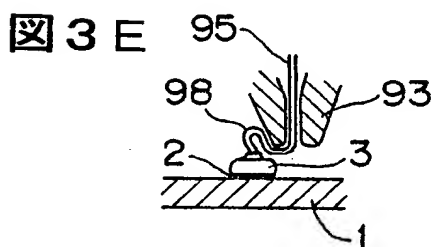
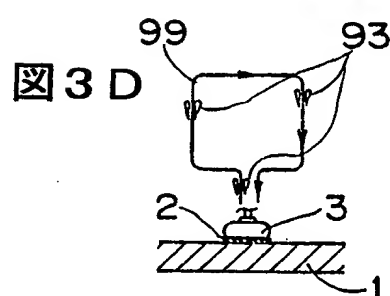
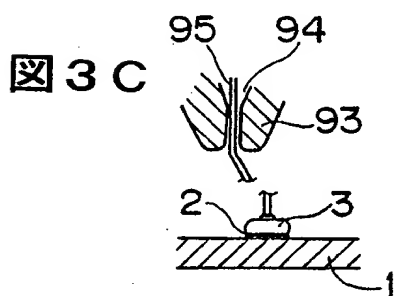
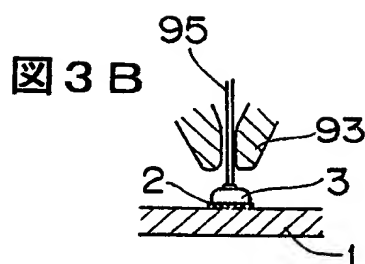
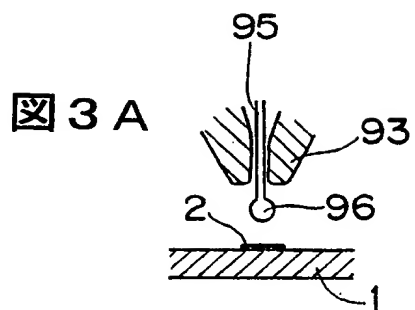


圖 4 A

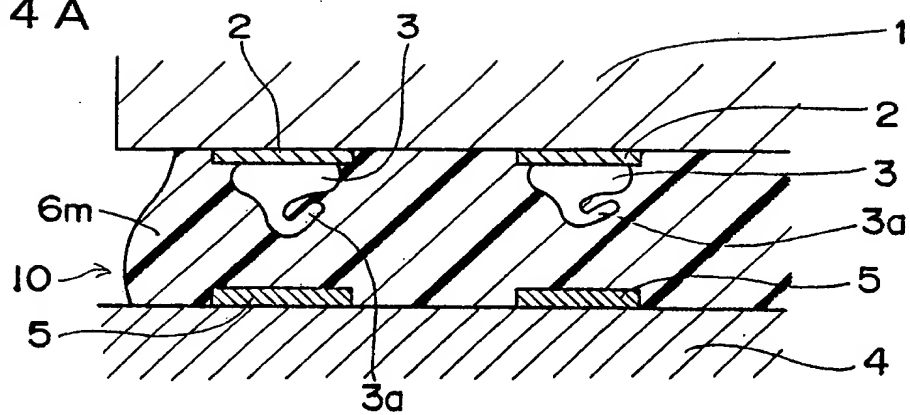


図 4 B

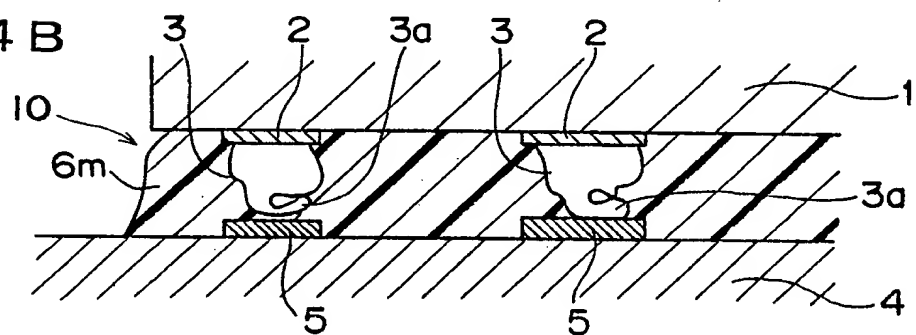
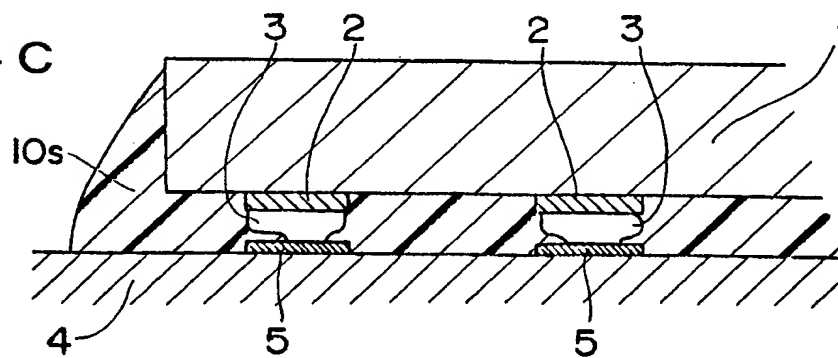


図 4 C



5/56

図 5 A

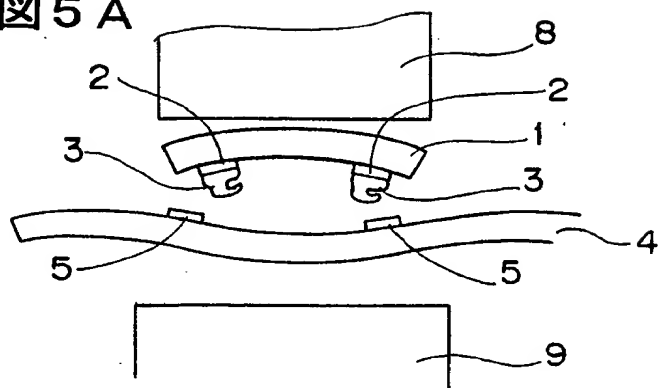


図 5 B

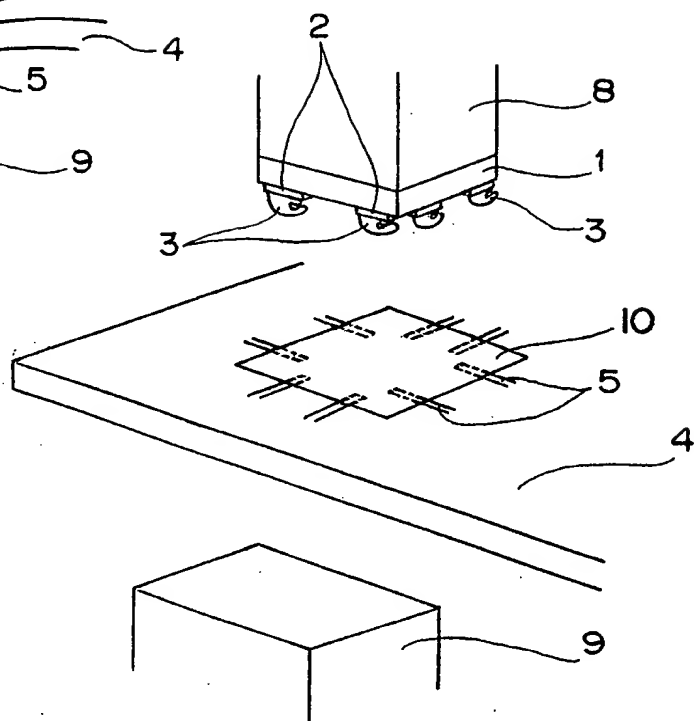
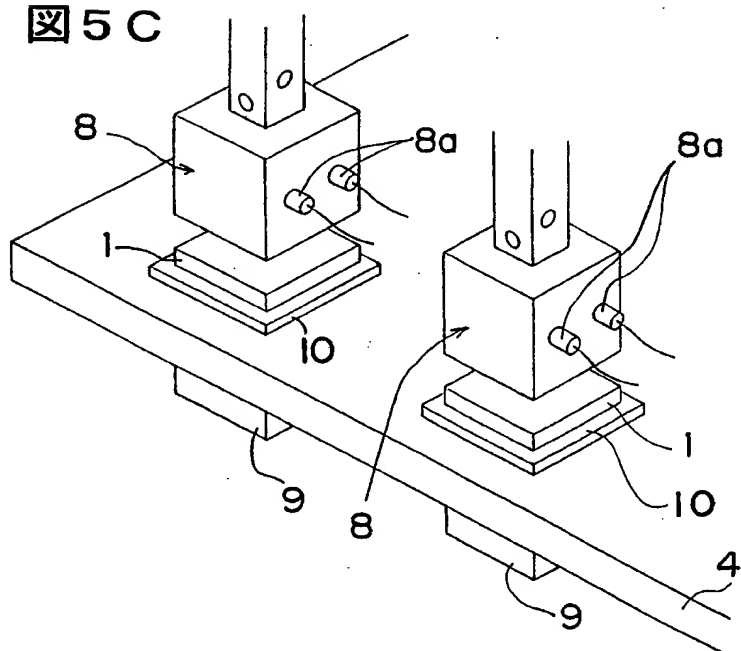


図 5 C



6/56

図 6 A

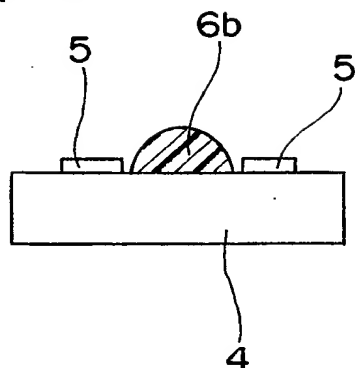


図 6 B

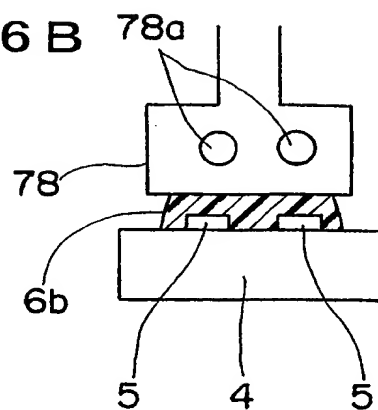


図 6 C

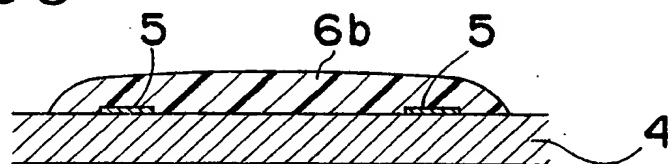


図 6 D

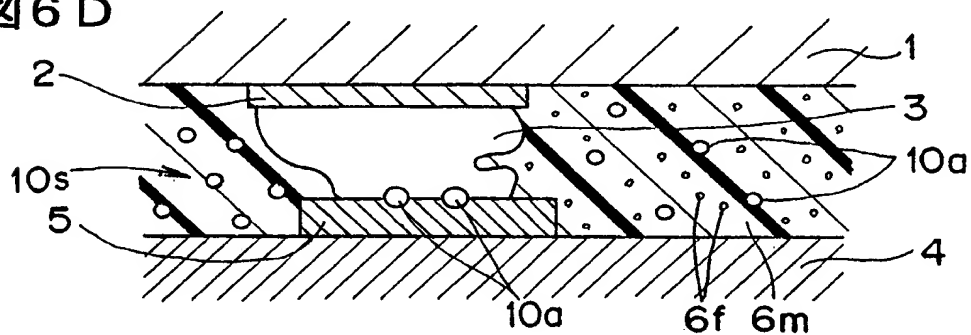
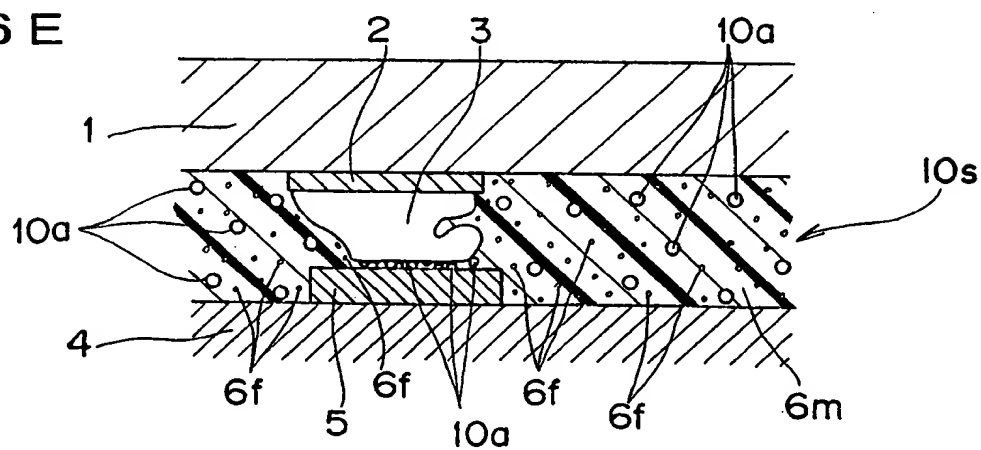


図 6 E



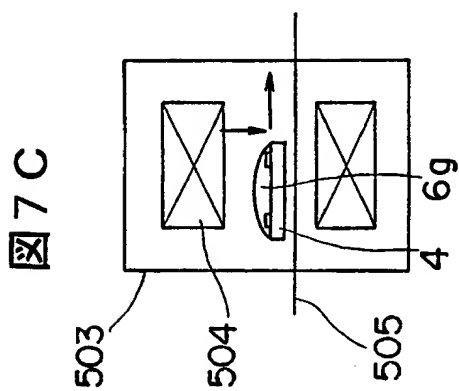


図 7 F

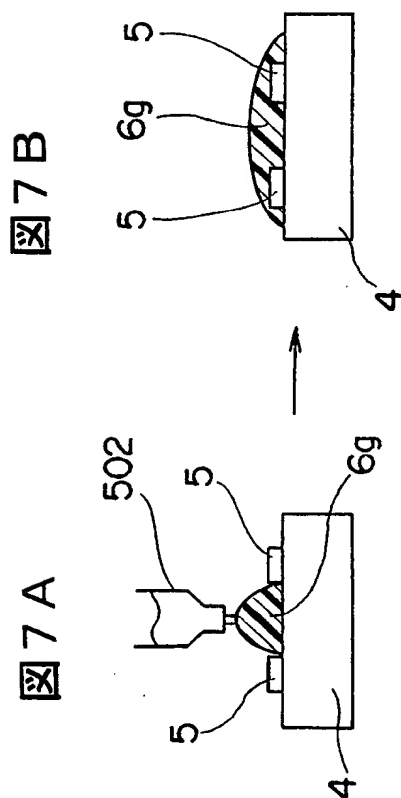
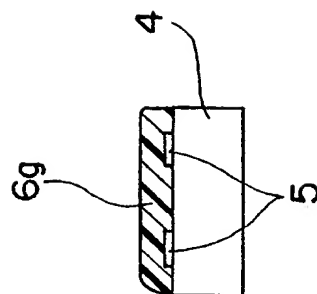


図 7 E

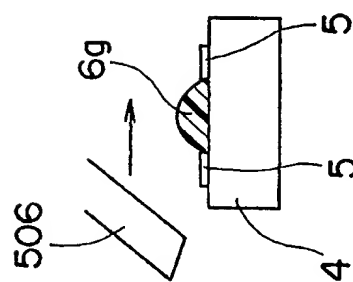
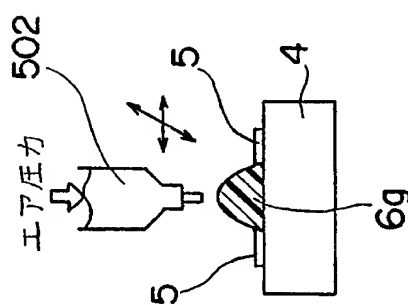


図 7 D



8/56

図 8 A

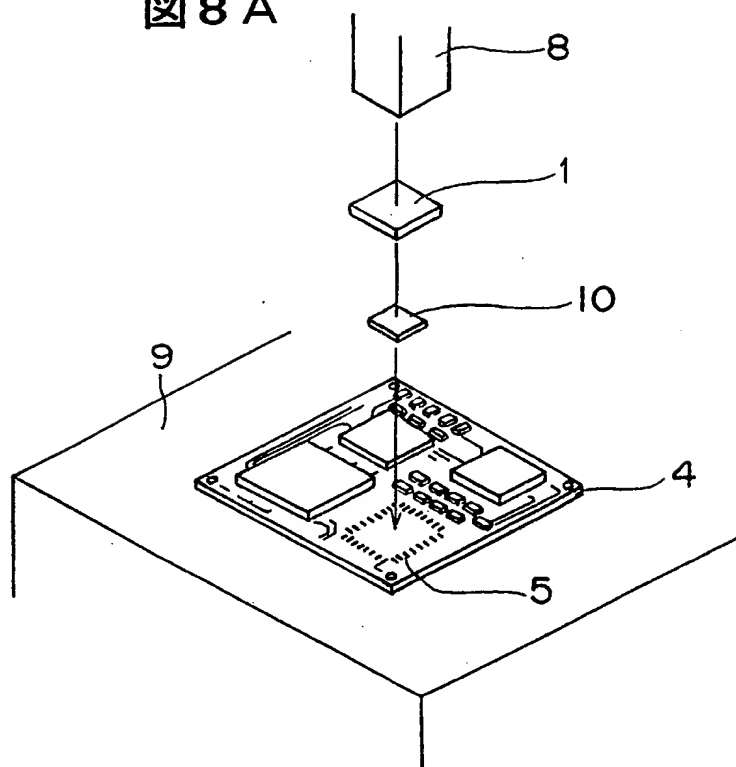


図 8 B

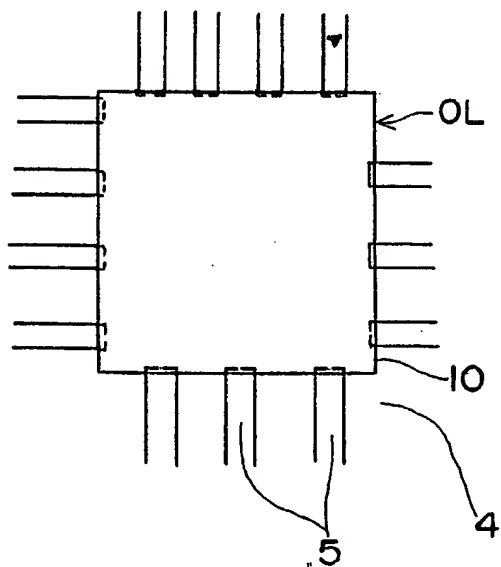
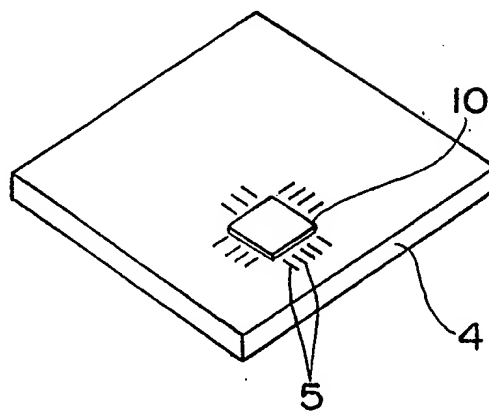
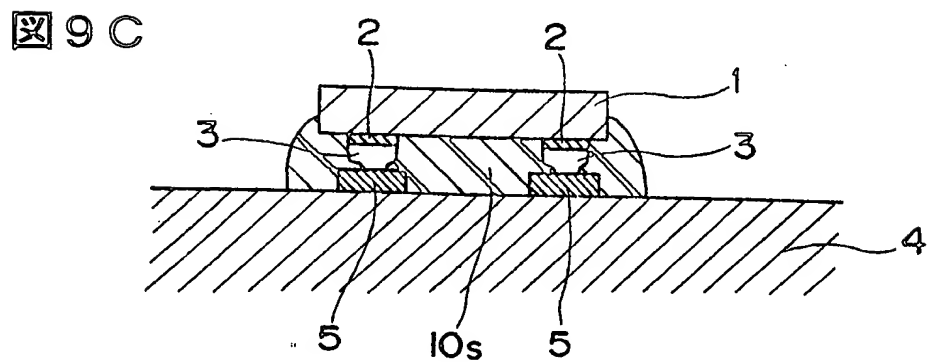
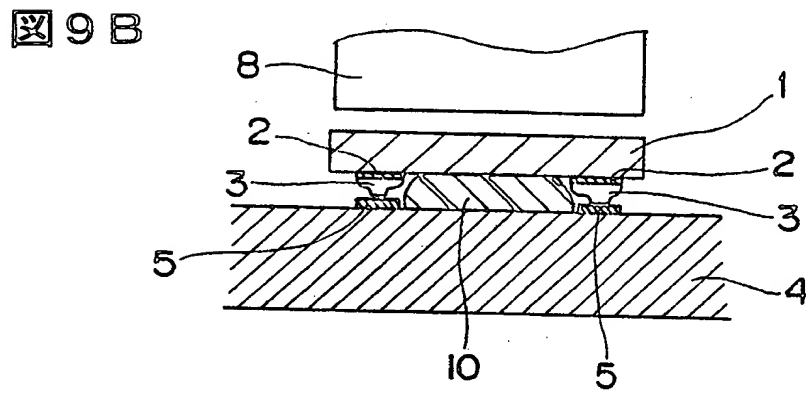
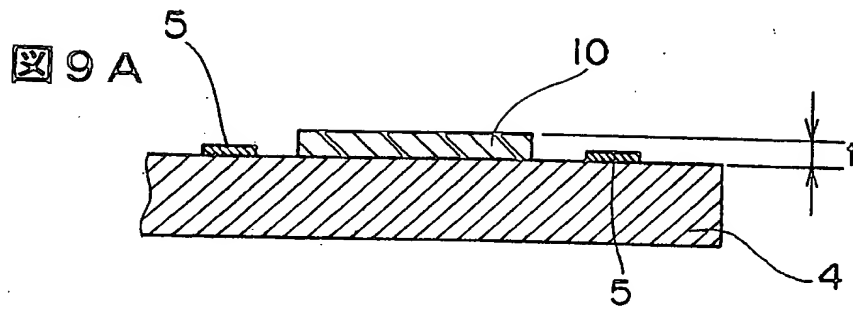


図 8 C





9/56



10/56

図10A

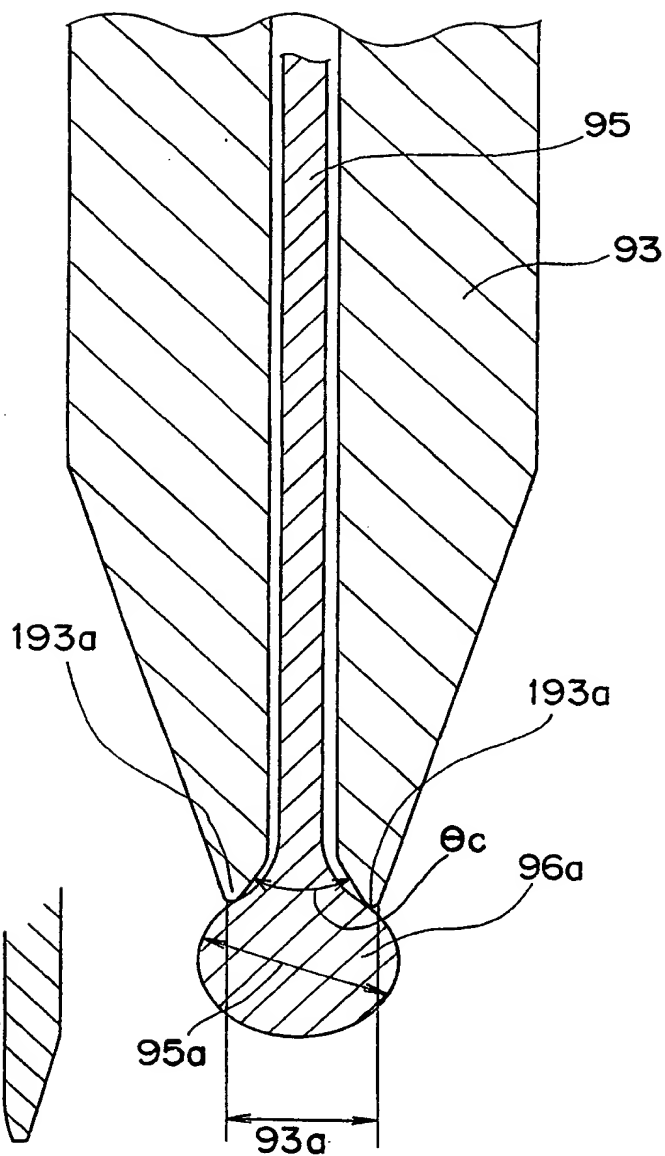


図10C

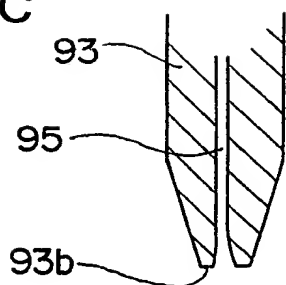


図10D

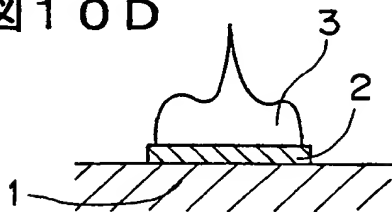


図10B

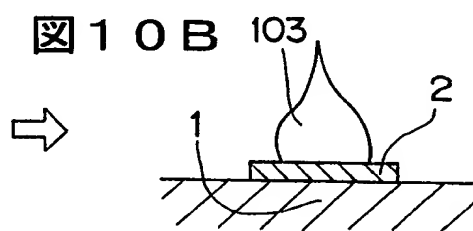


図 1 1 A

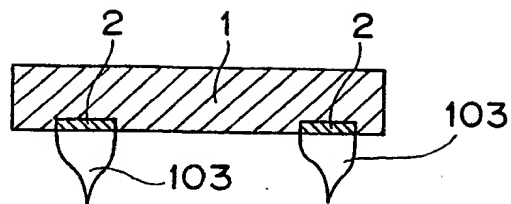


図 1 1 B

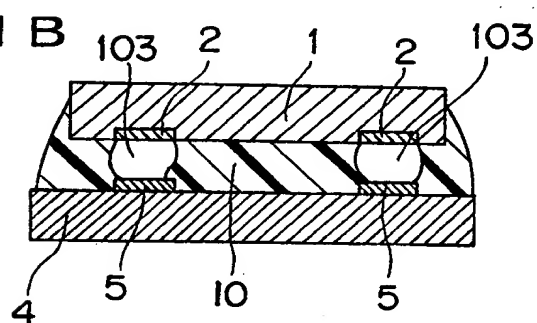


図 1 1 C

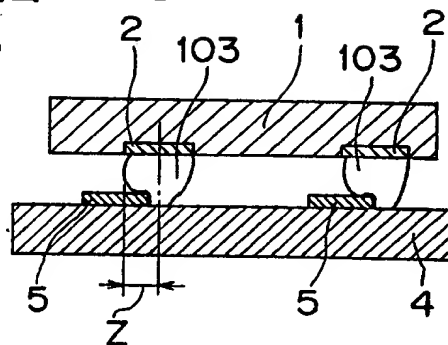


図 1 1 D

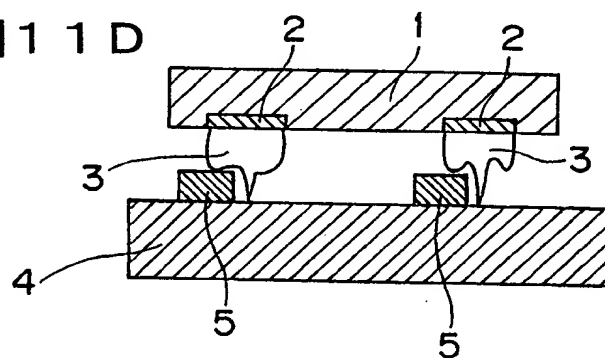
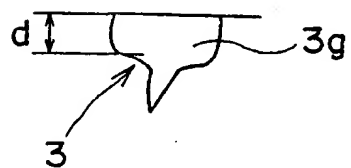


図 1 1 E



12/56

図12A

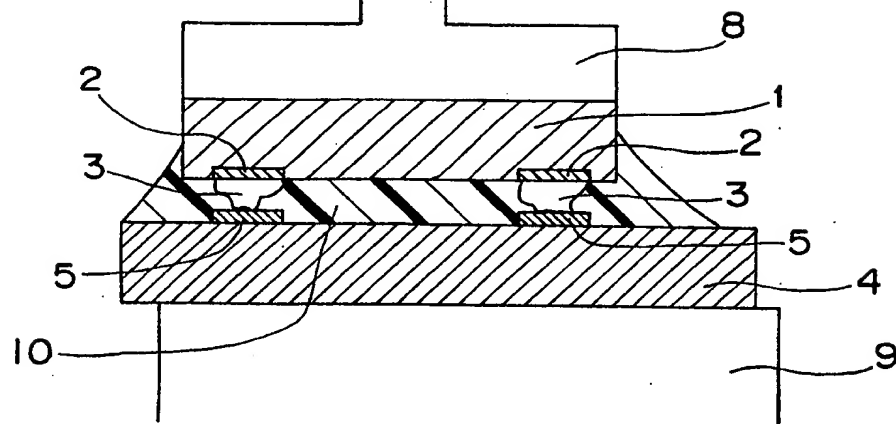


図12B

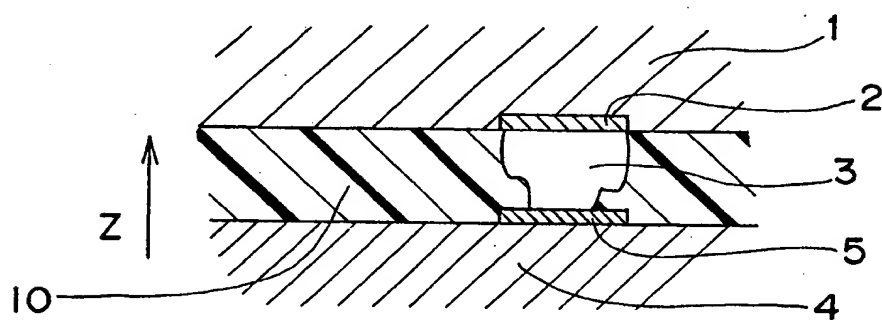


図12C

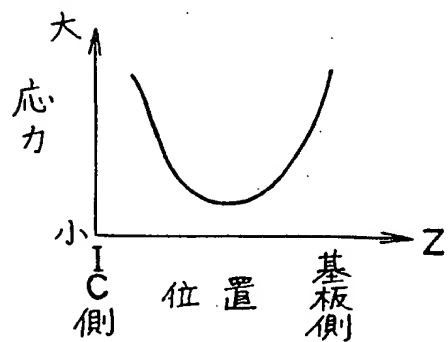
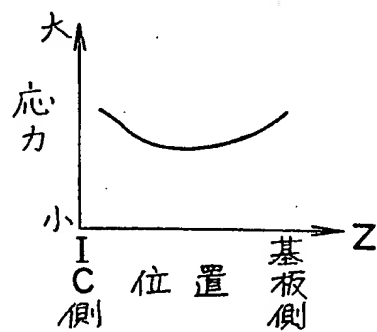
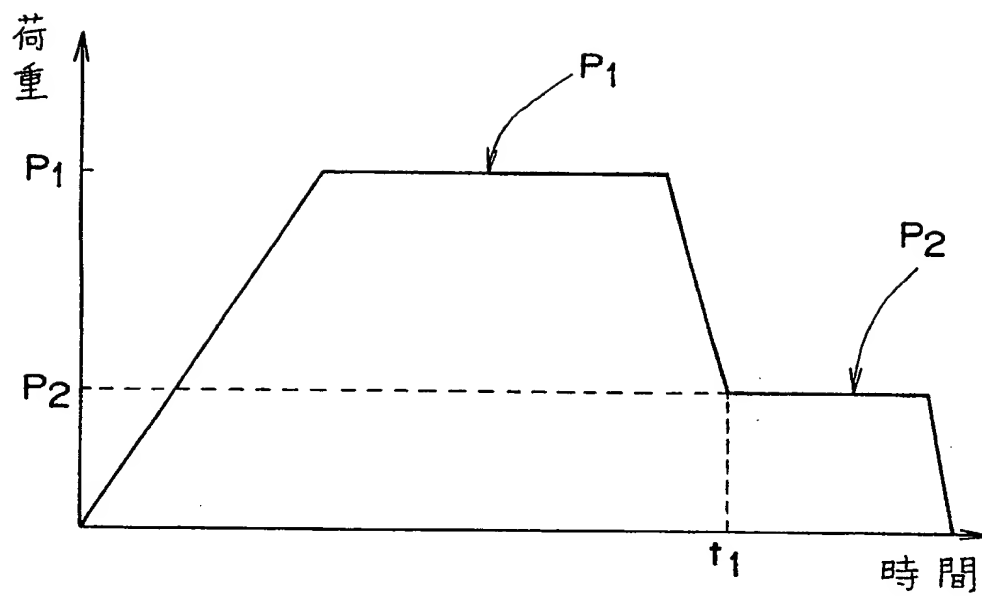


図12D



13/56

図 13



14/56

図14A

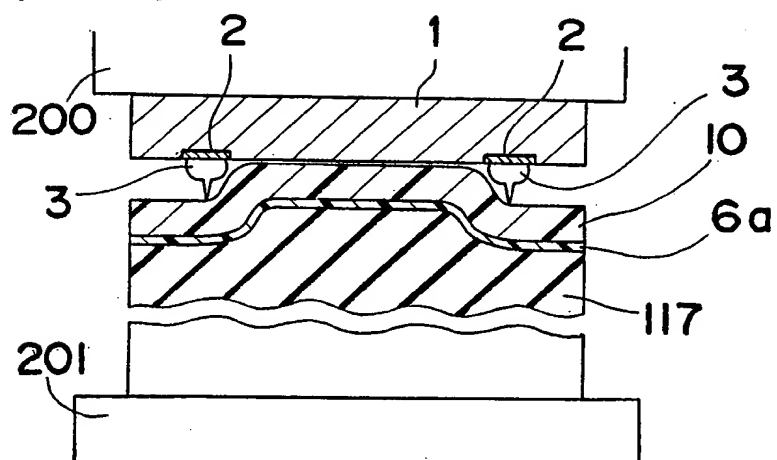
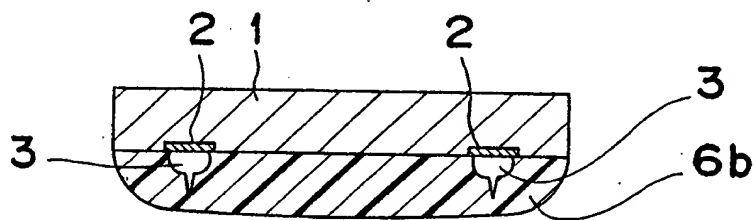


図14B



15/56

図 15

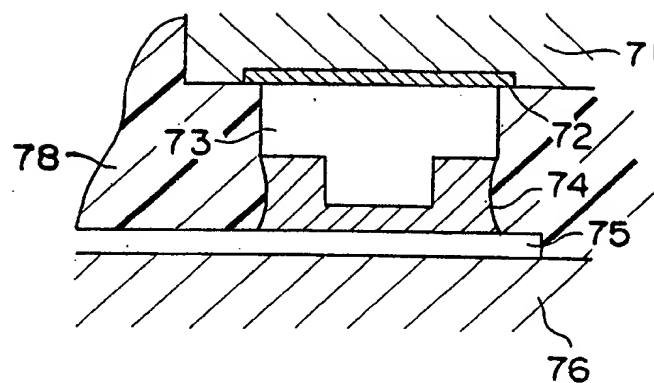


図 16 A

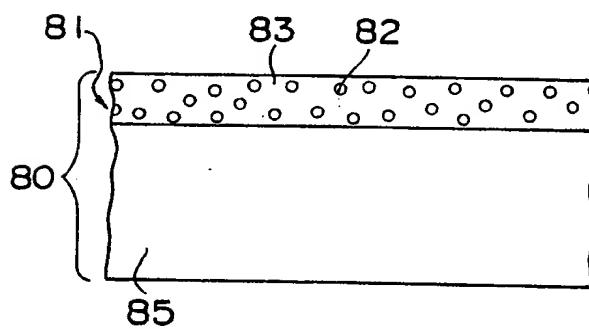
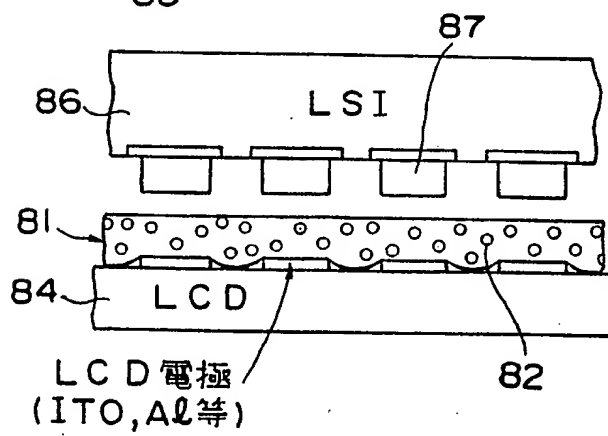


図 16 B



16/56

図 17

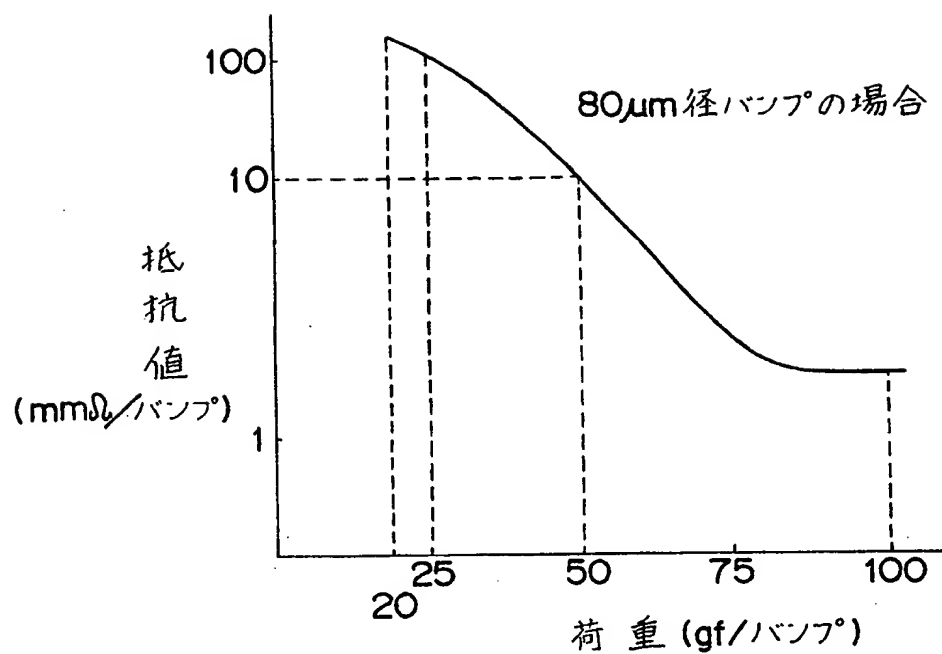
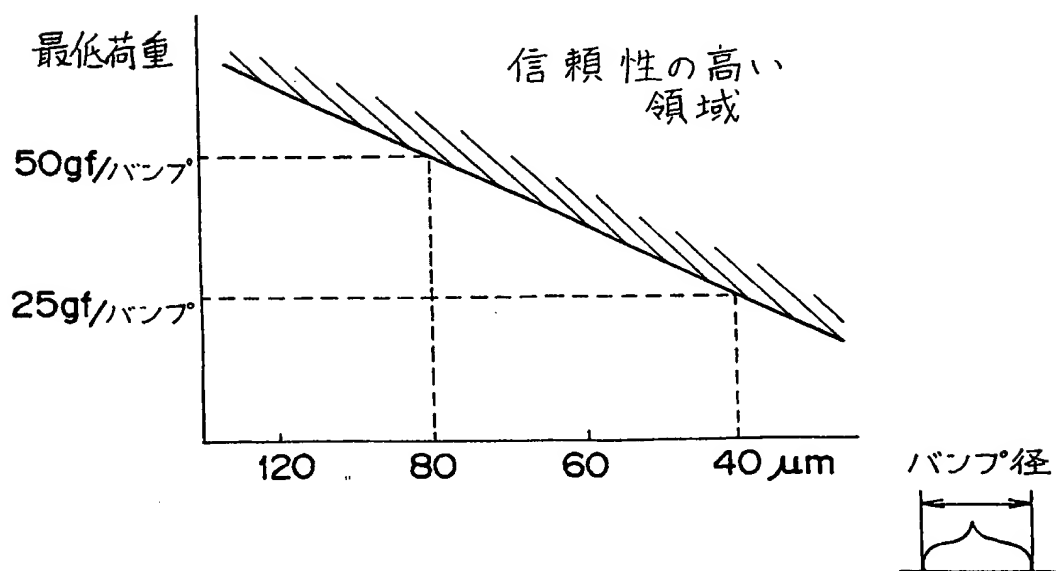


図 18



17/56

図 19

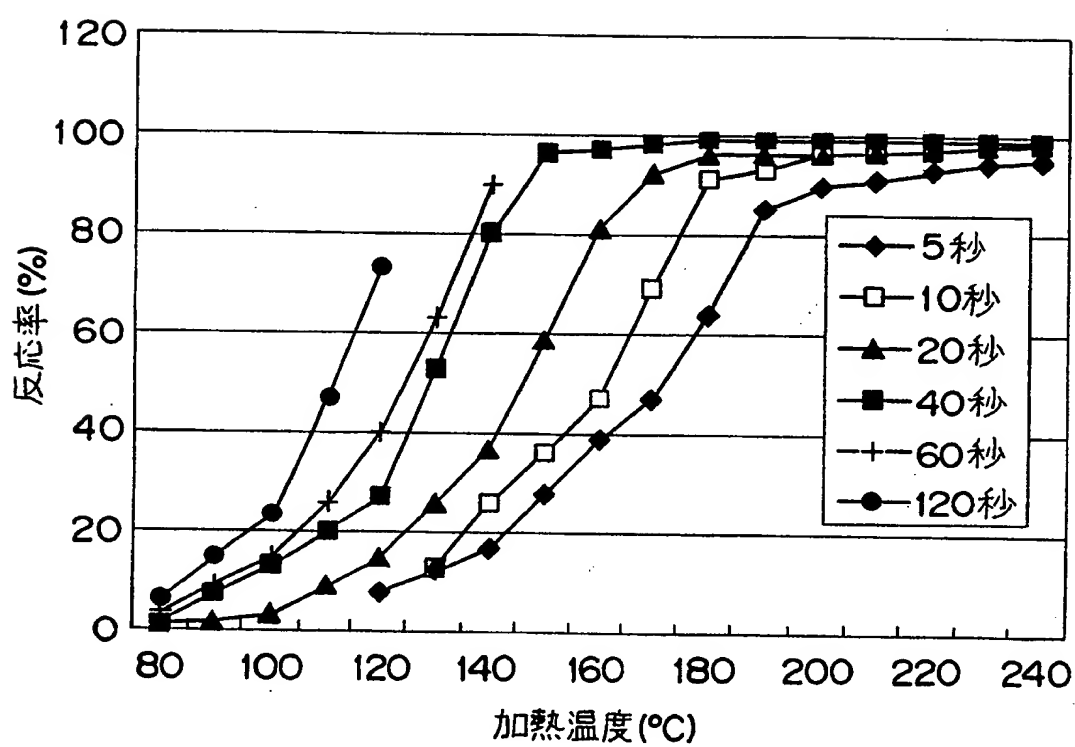
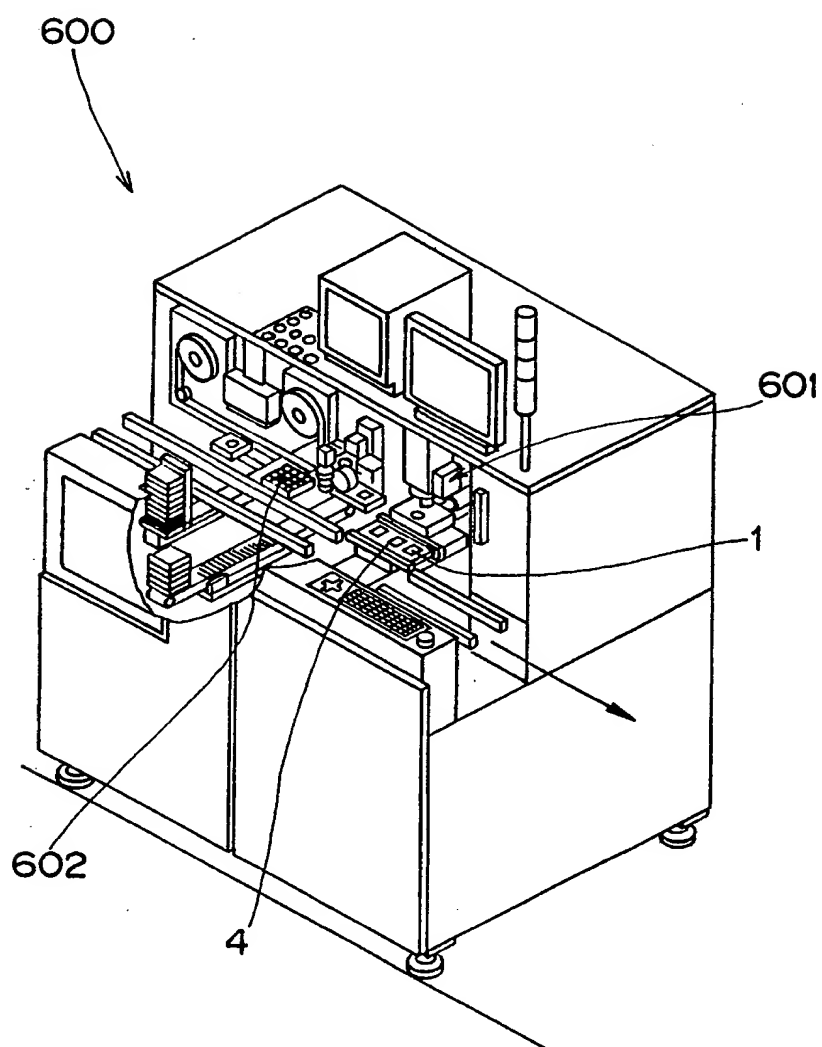


図 20



19/56

図 21 A

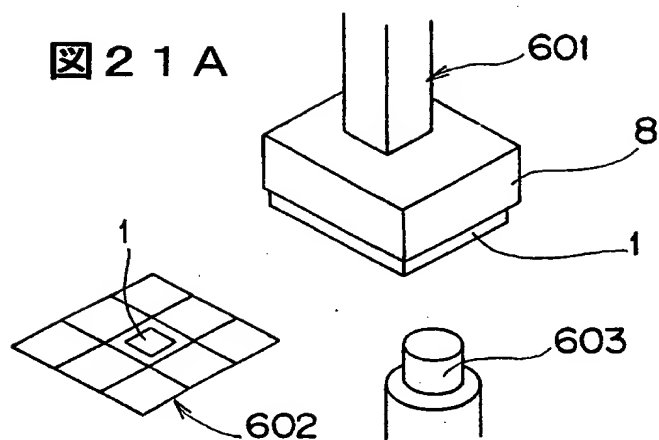


図 21 B

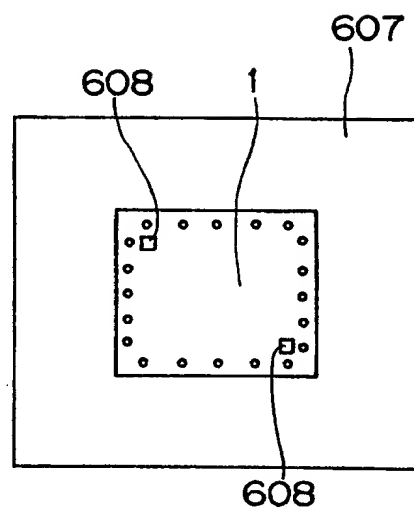


図 21 C

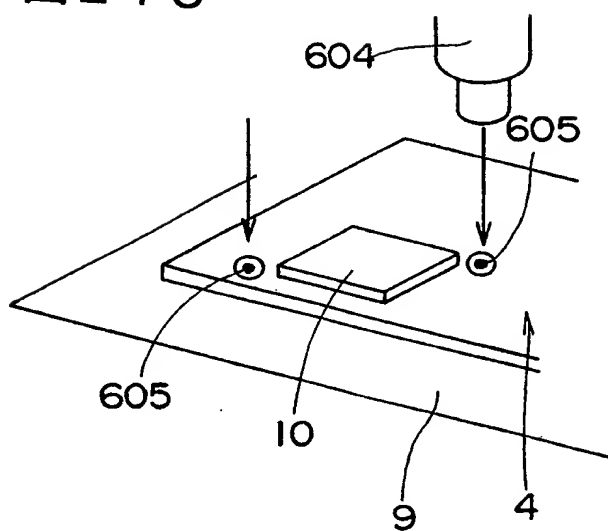
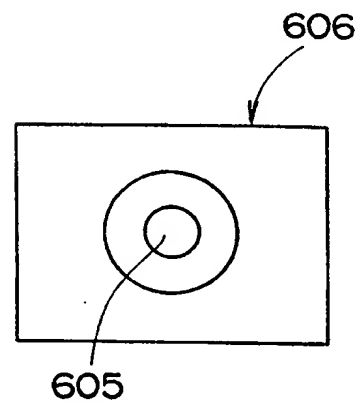


図 21 D



20/56

図 2 2

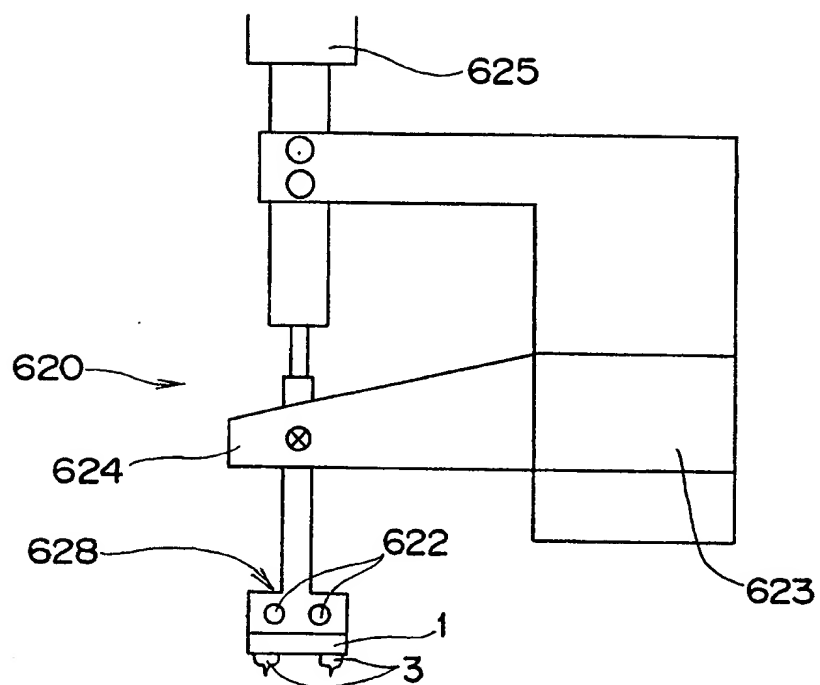
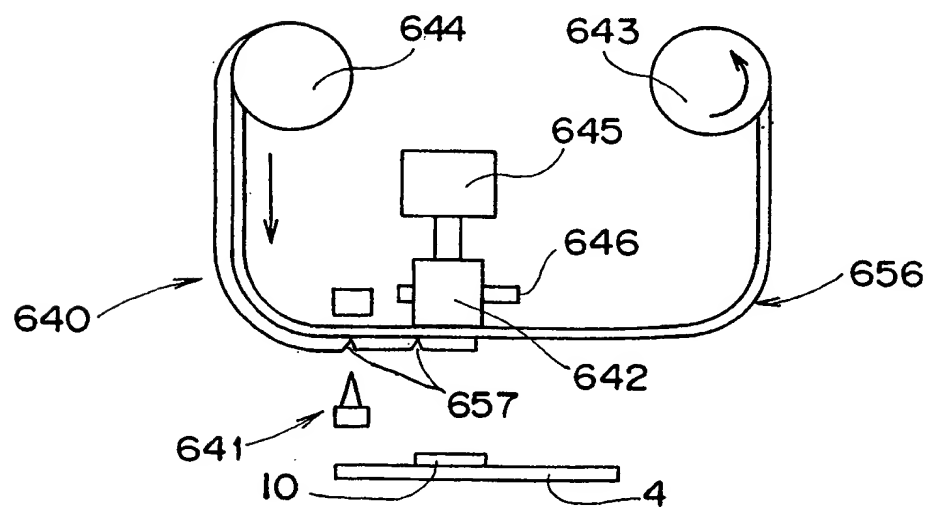


図 2 3







22/56

図 26

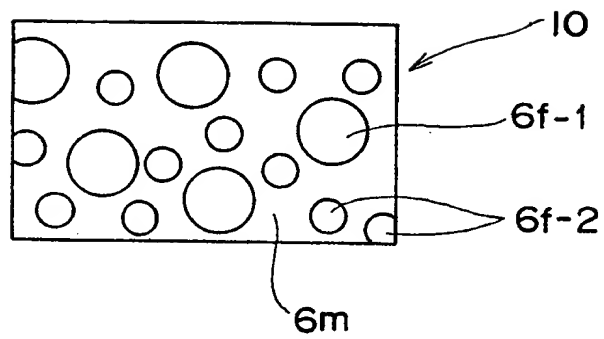
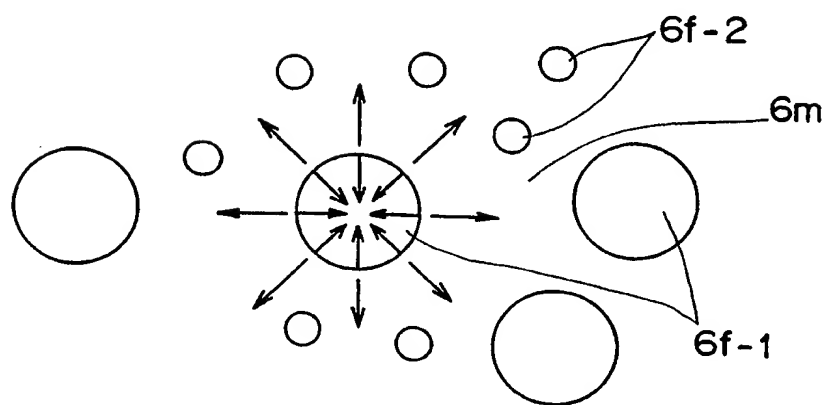
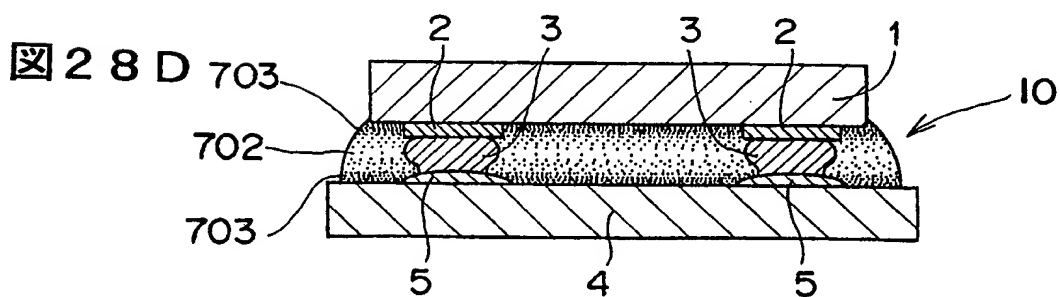
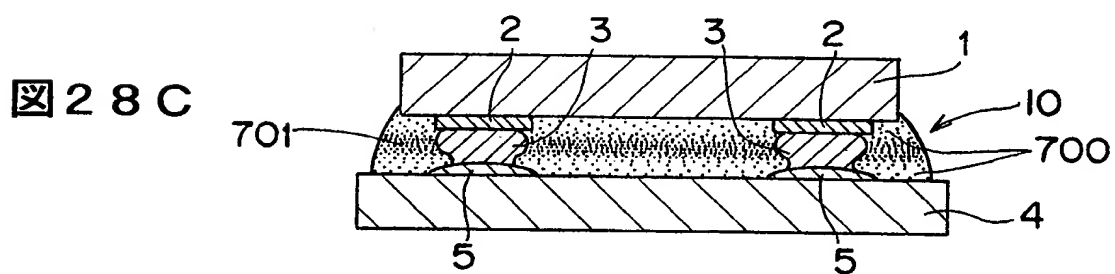
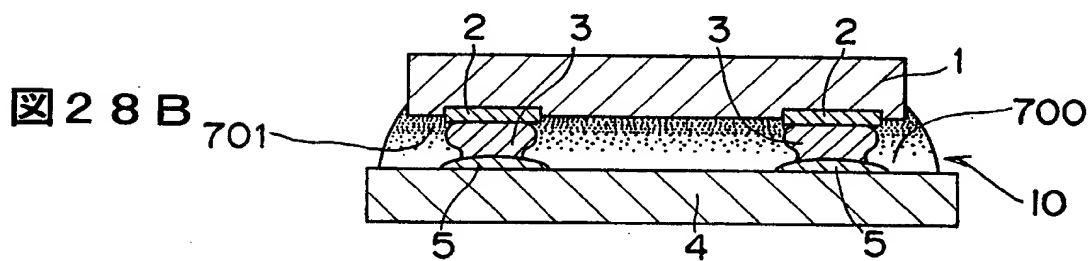
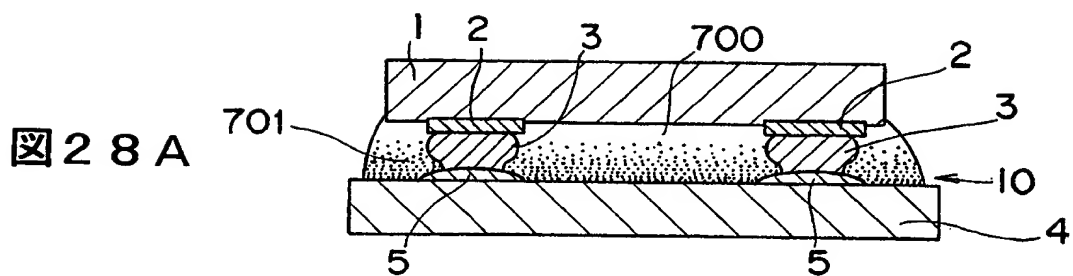
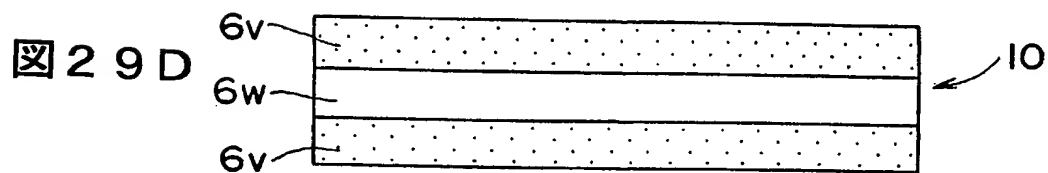
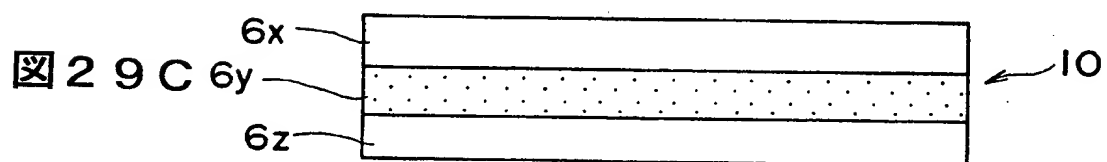
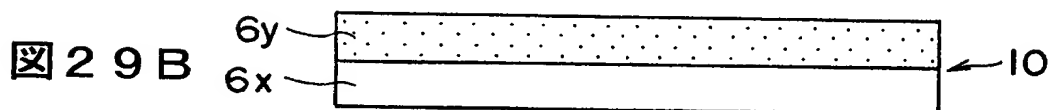
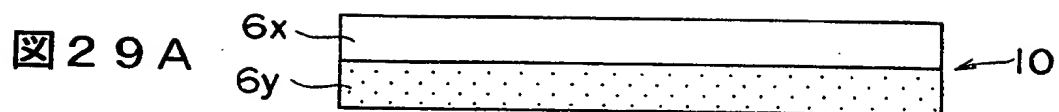


図 27





24/56



25/56

図 30

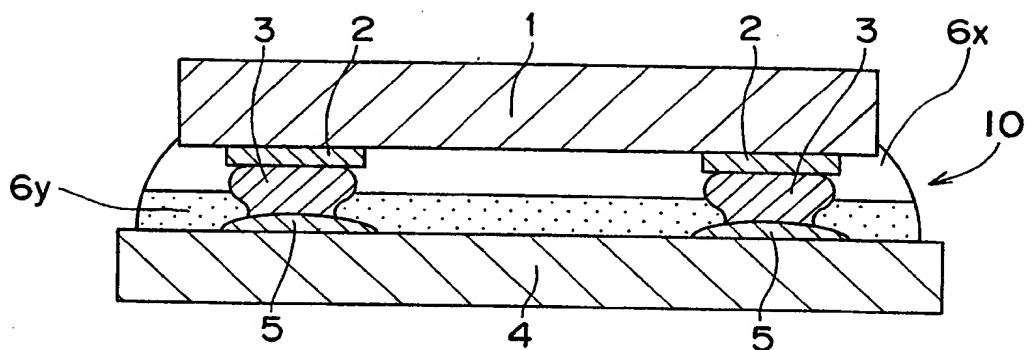
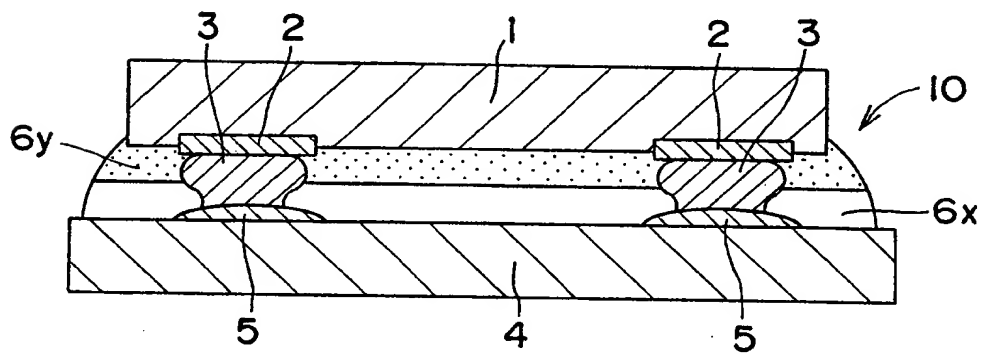


図 31



26/56

図 3 2 A

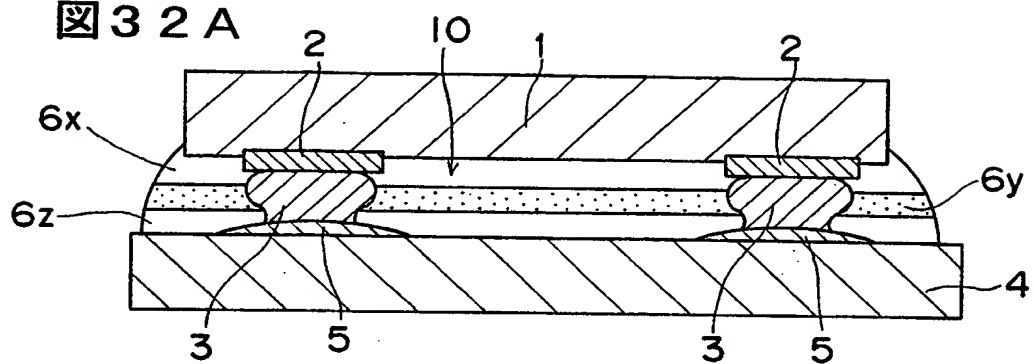
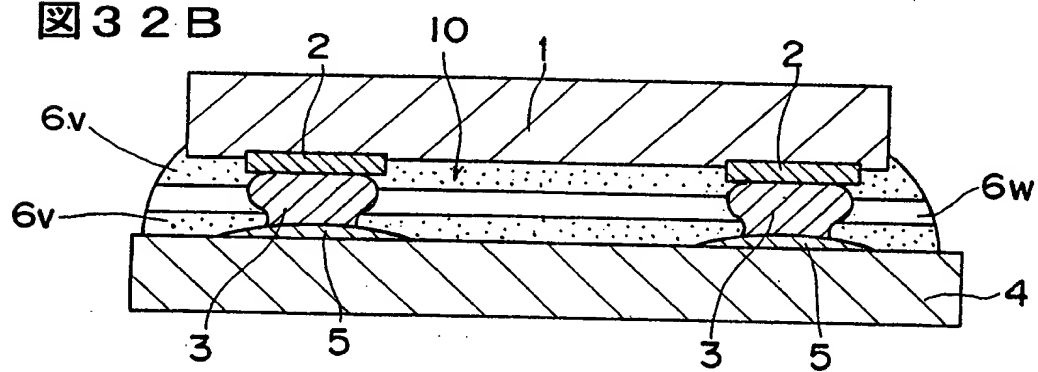


図 3 2 B



27/56

図 3 3 A

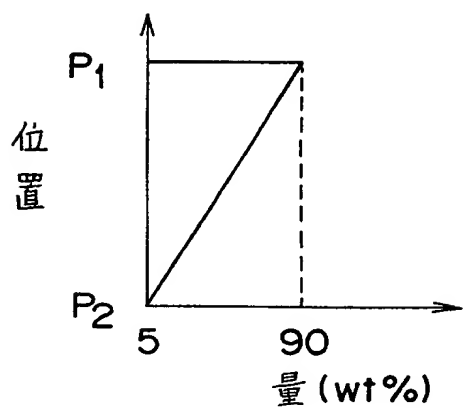


図 3 3 B

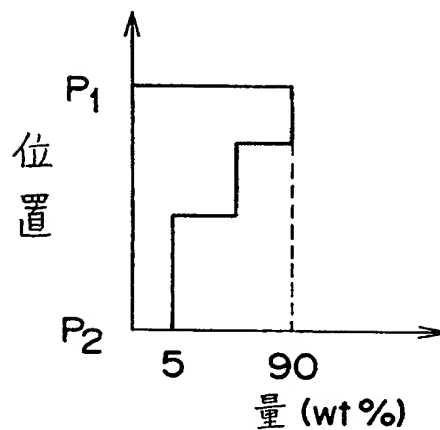


図 3 3 C

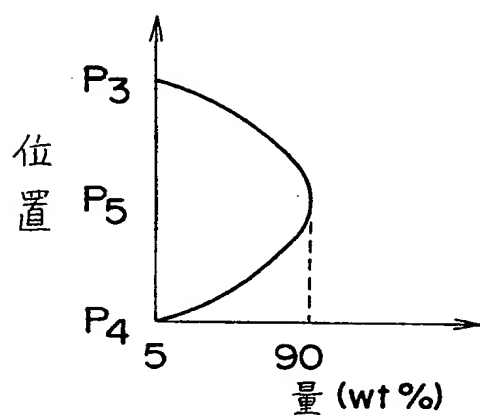


図 3 3 D

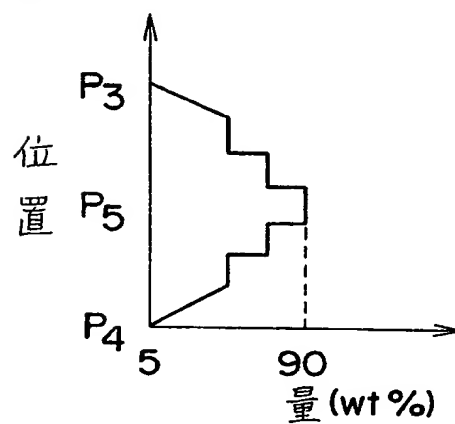


図 3 3 E

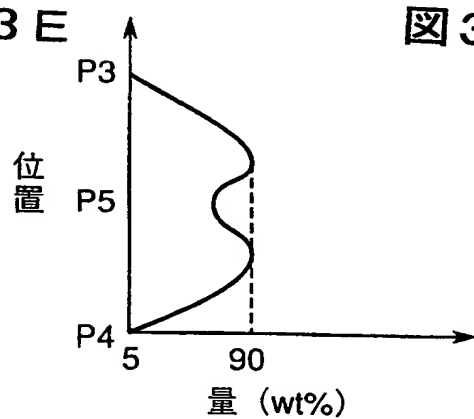


図 3 3 F

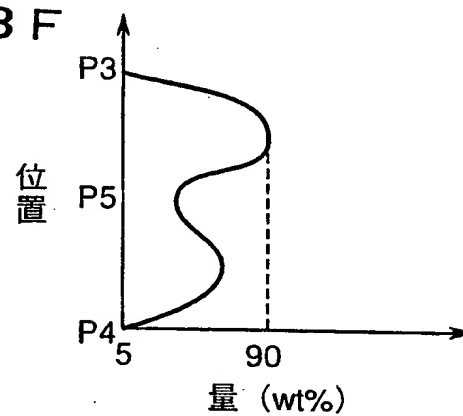


図 3 4

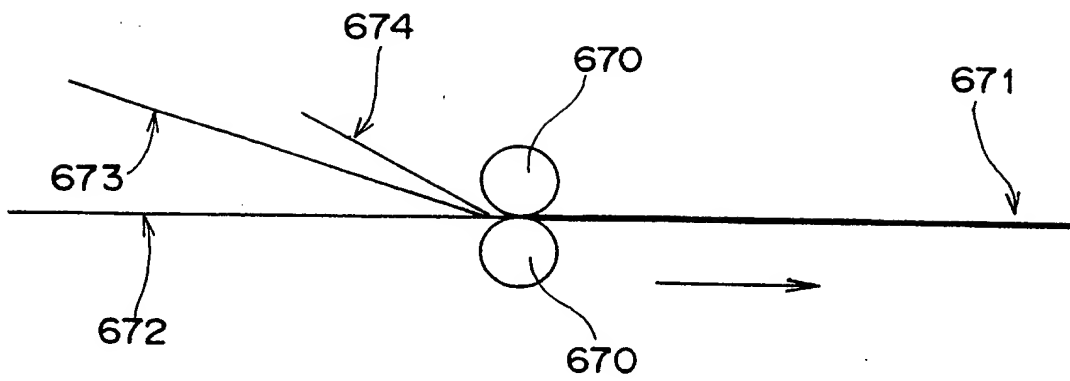
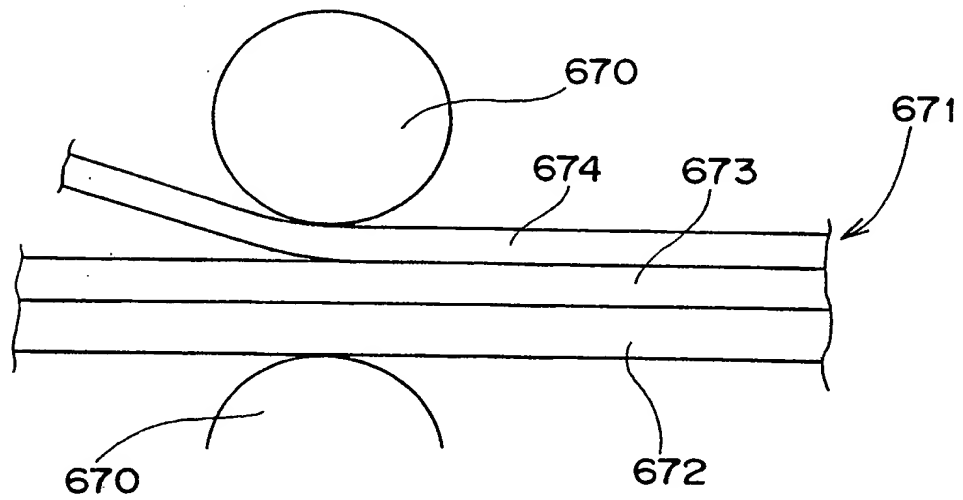


図 3 5





29/56

図 3 6

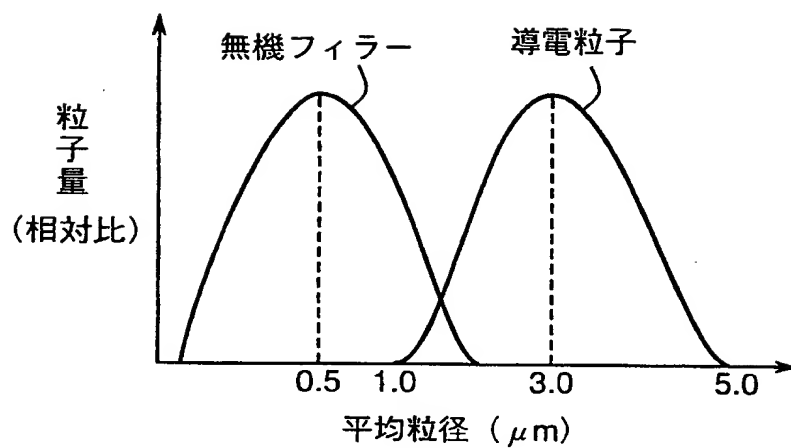


図 3 7 A

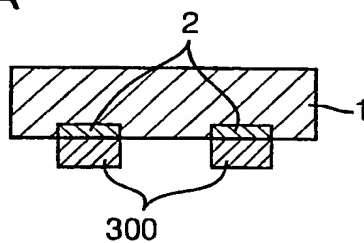


図 3 7 B

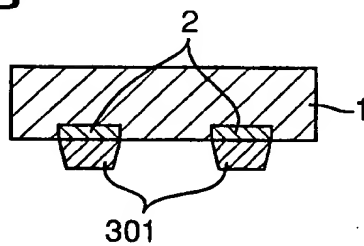


図 38 A

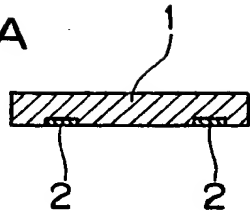


図 38 C



図 38 B

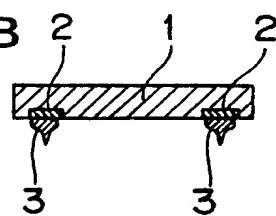


図 38 D

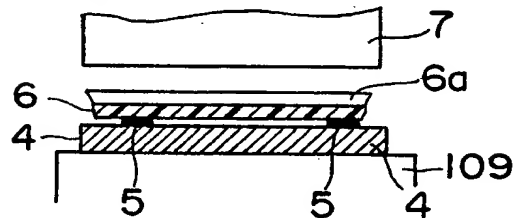


図 38 E

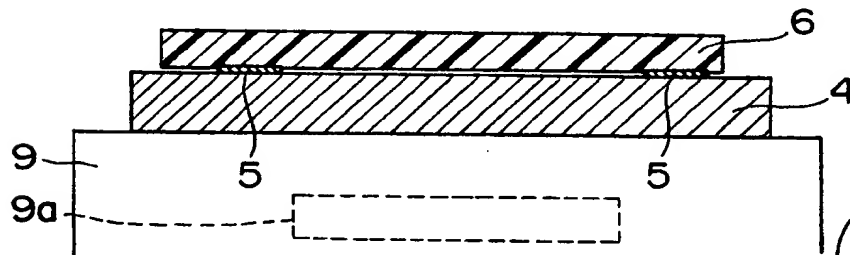
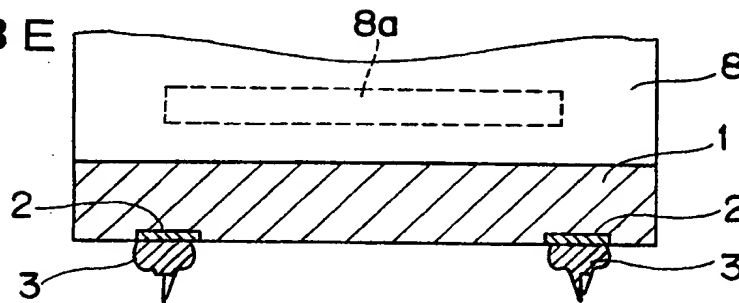


図 38 F

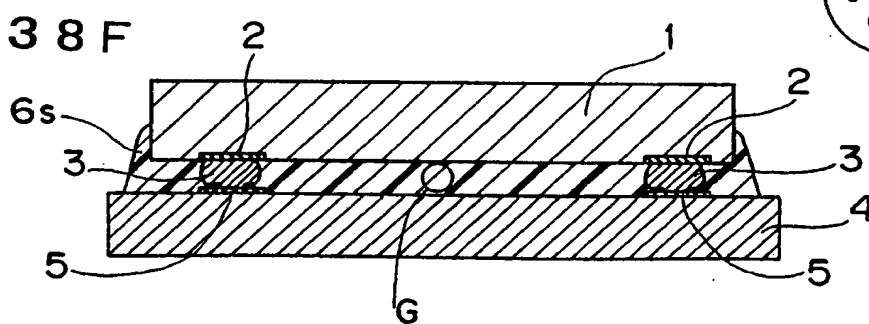
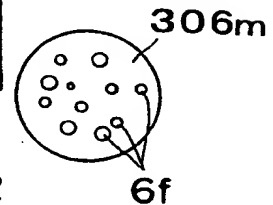
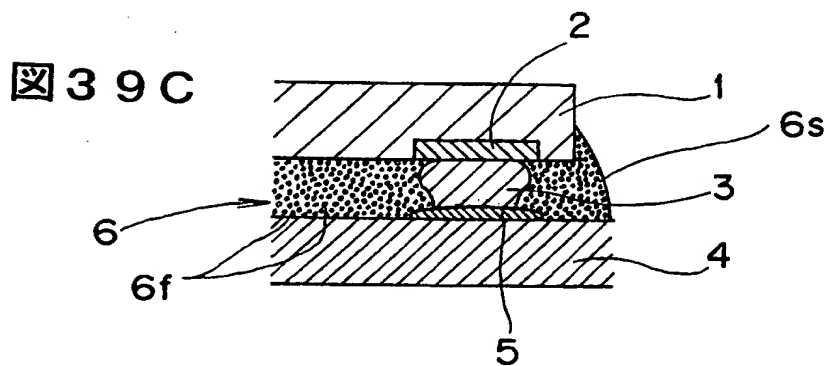
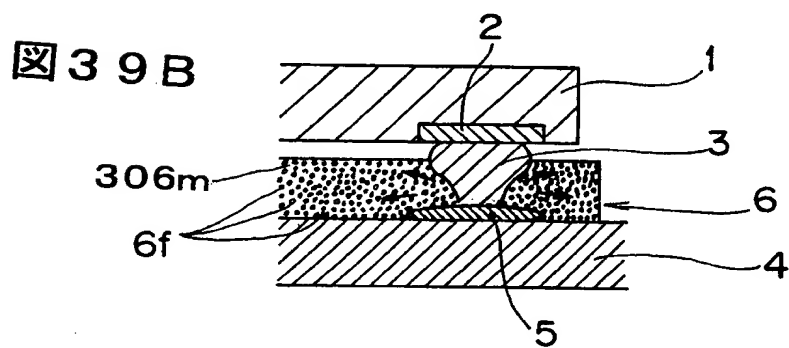
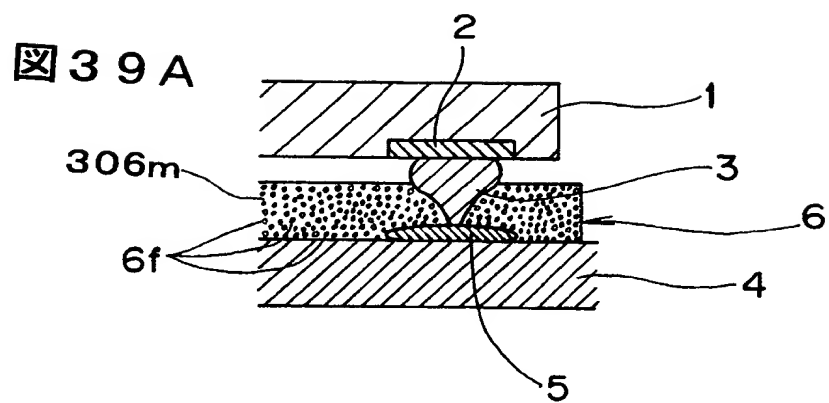


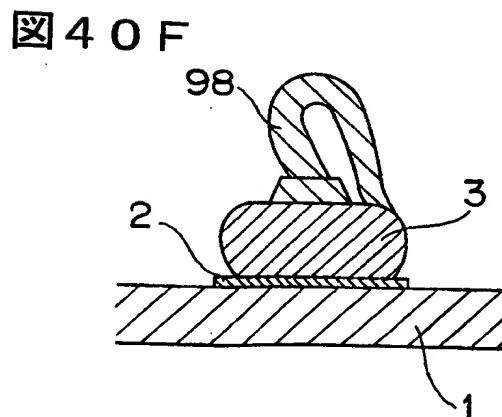
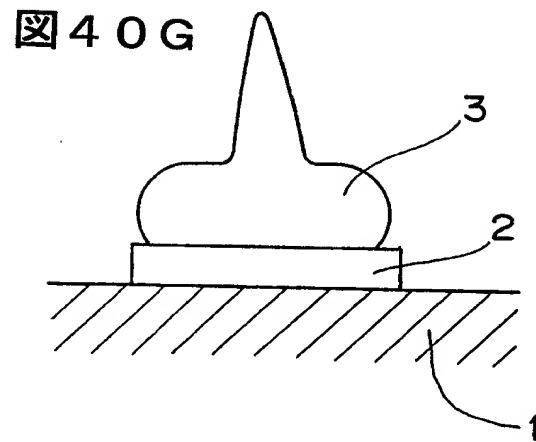
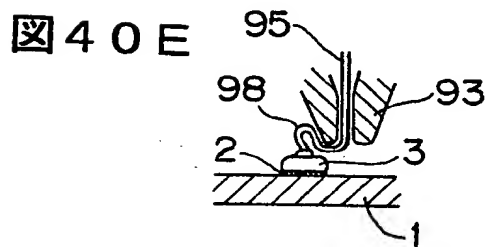
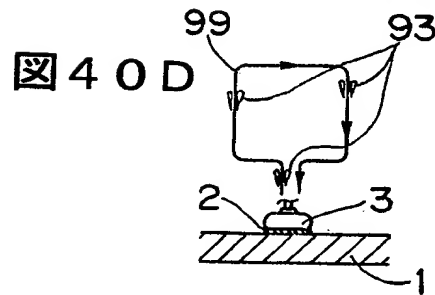
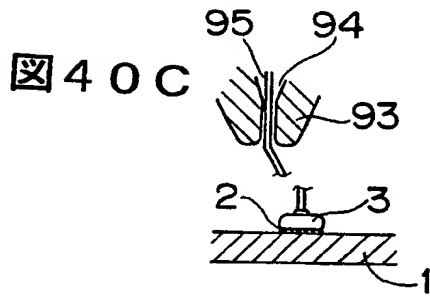
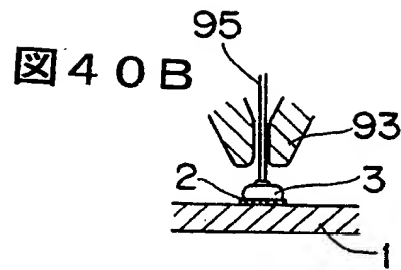
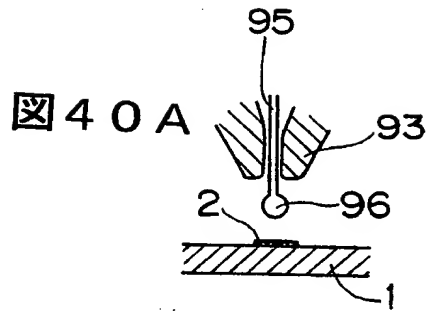
図 38 G

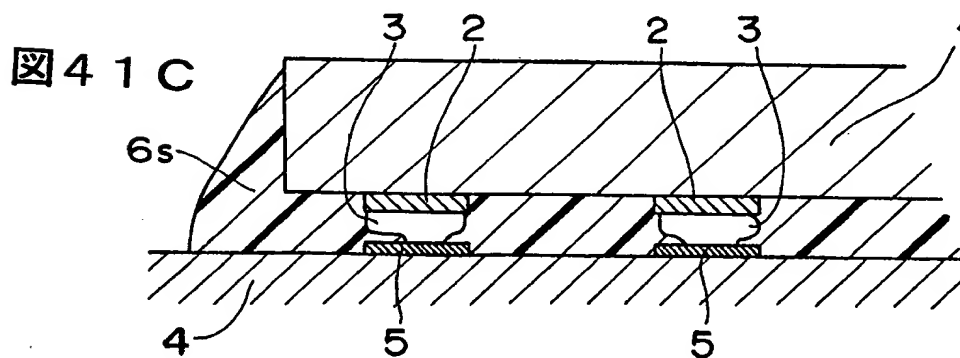
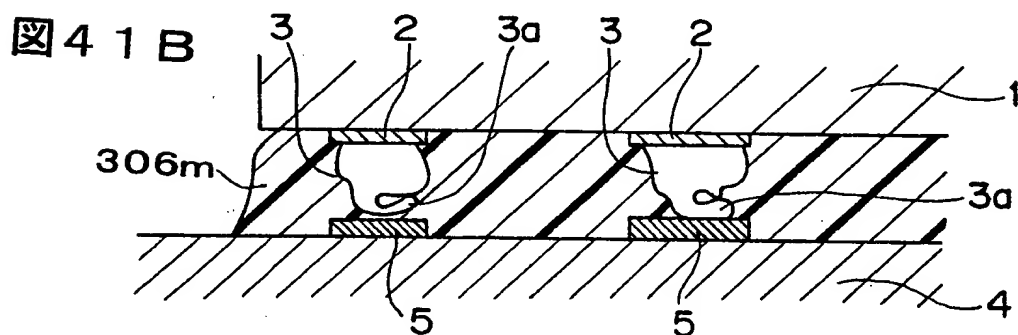
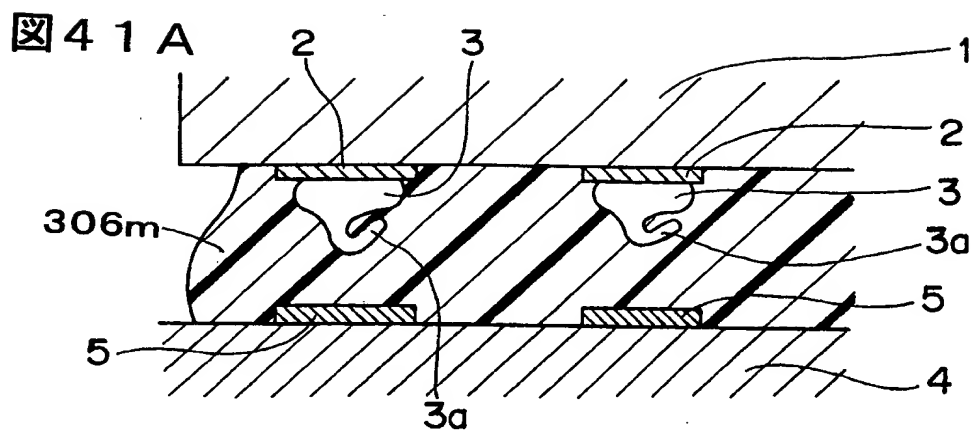


31/56



32/56





34/56

図 4 2 A

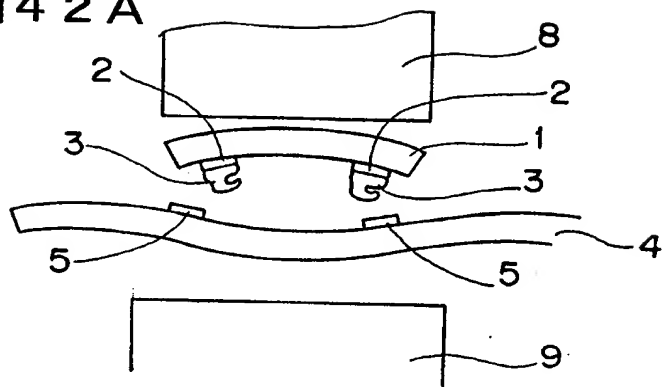


図 4 2 B

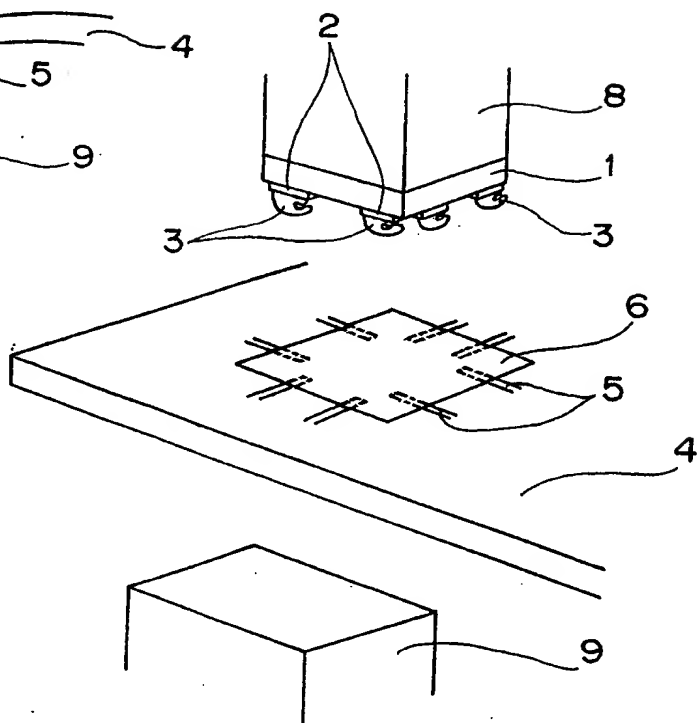
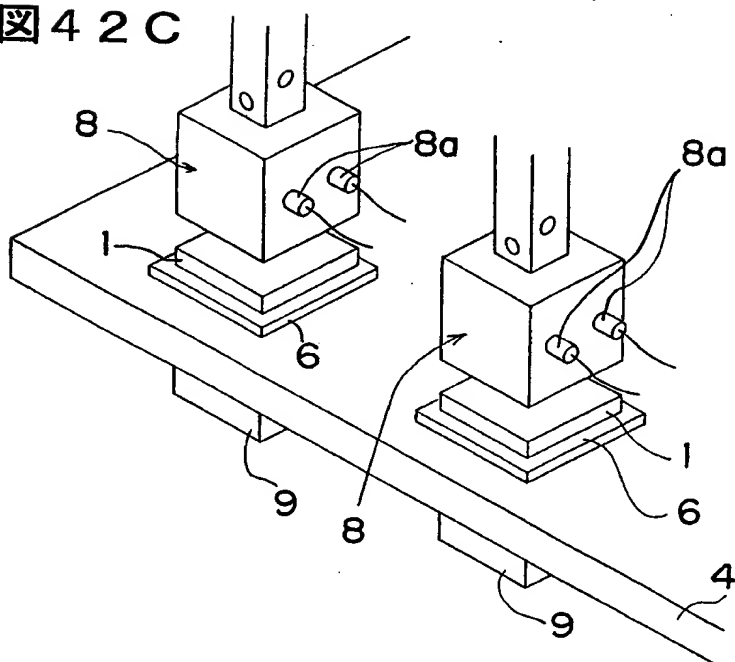


図 4 2 C



35/56

図 4 3 A

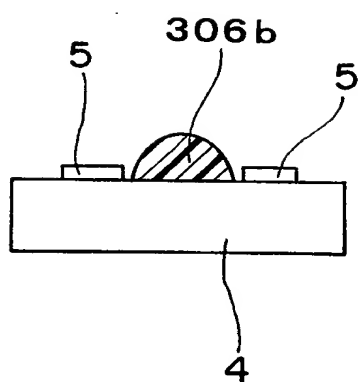


図 4 3 B

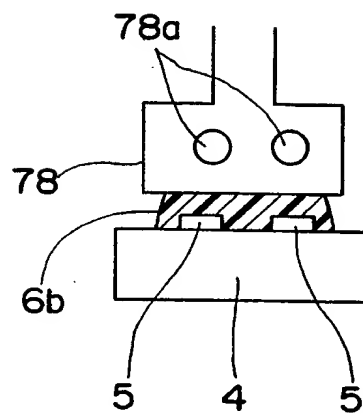
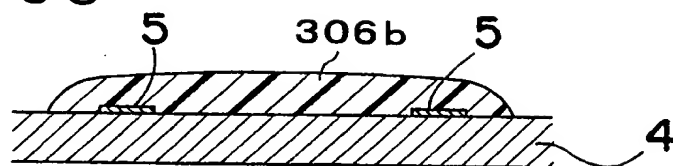


図 4 3 C



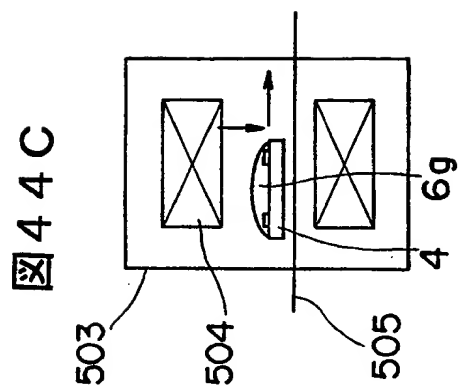


図 4 4 F

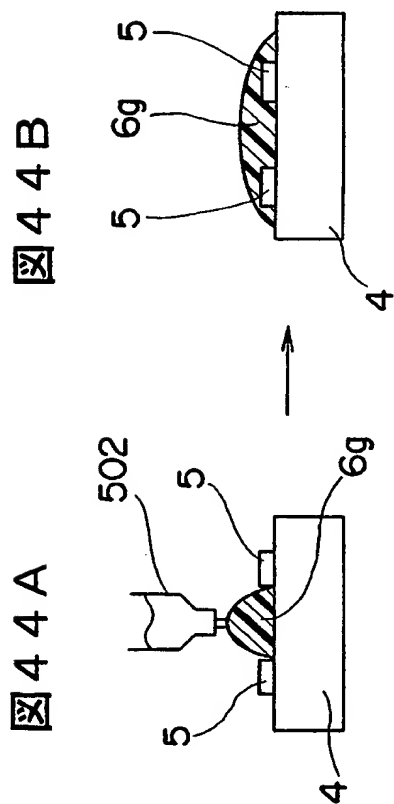
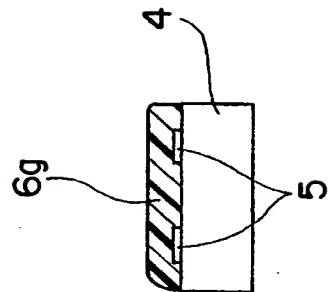


図 4 4 B

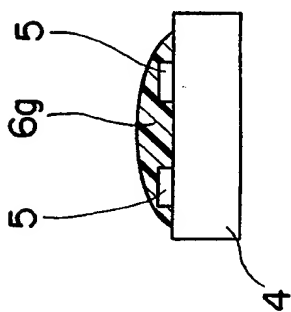


図 4 4 E

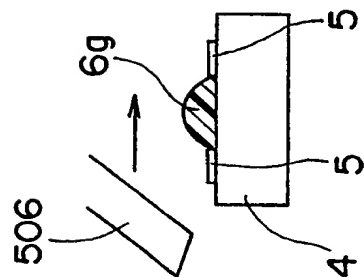
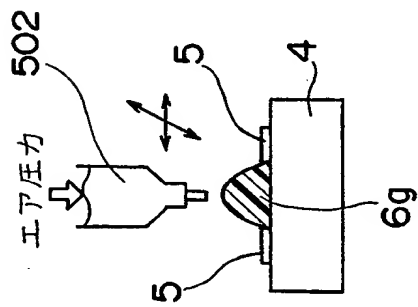


図 4 4 D



37/56

図 4 5 A

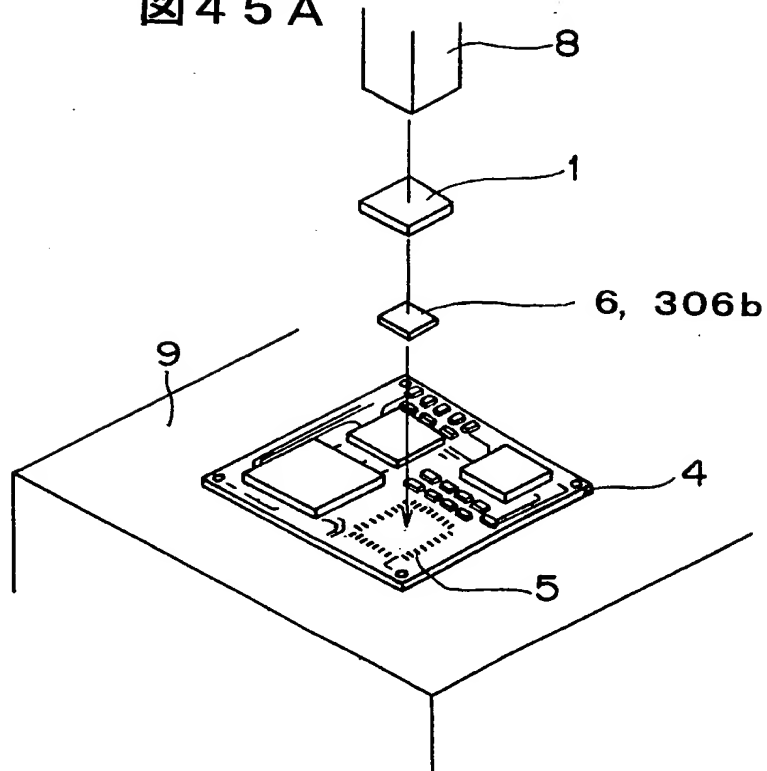


図 4 5 B

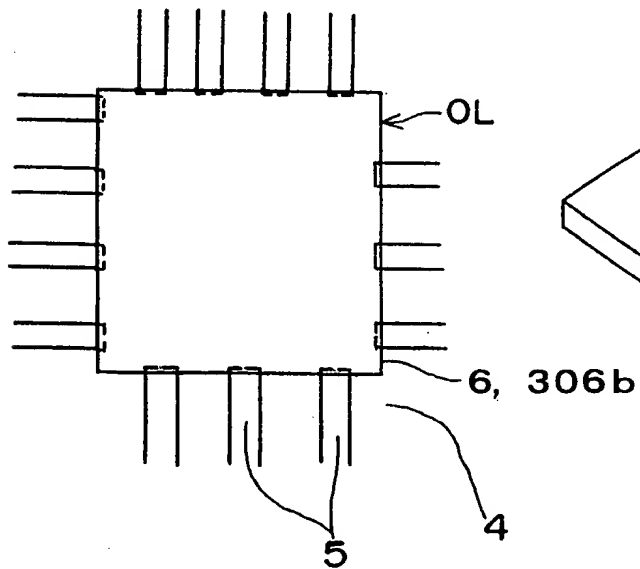
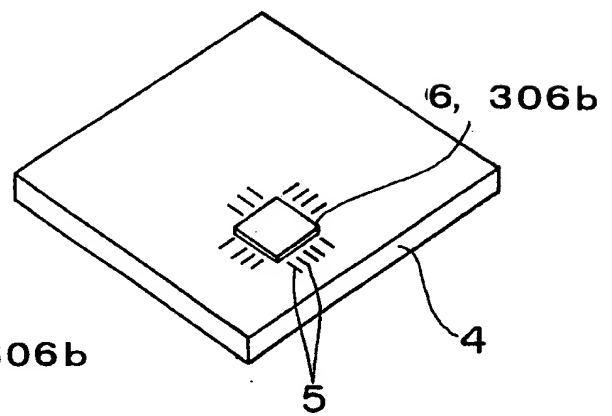
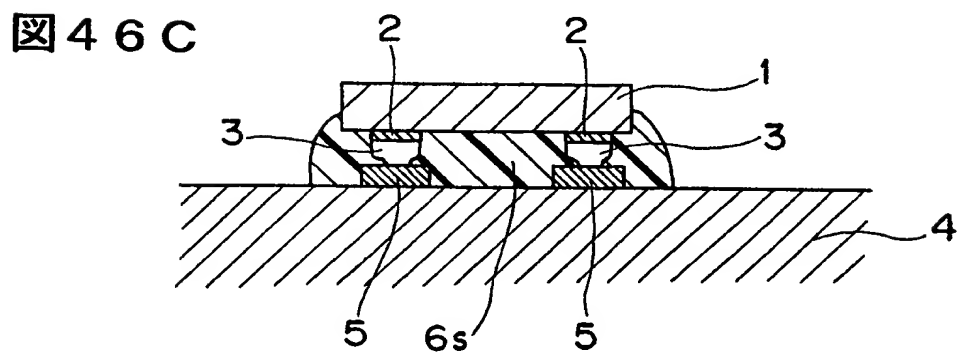
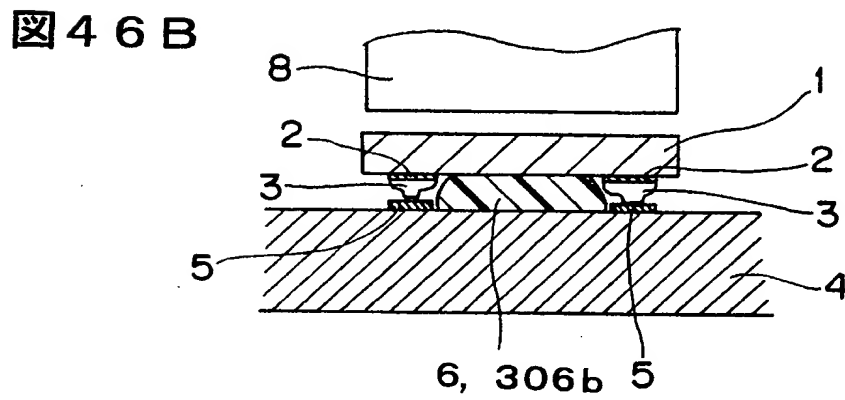
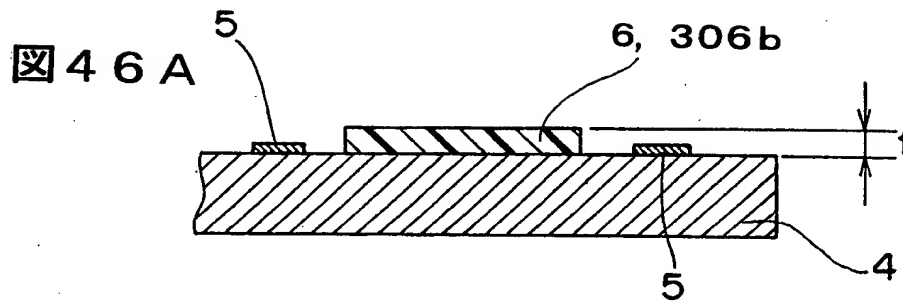


図 4 5 C



38/56



39/56

図 47 A

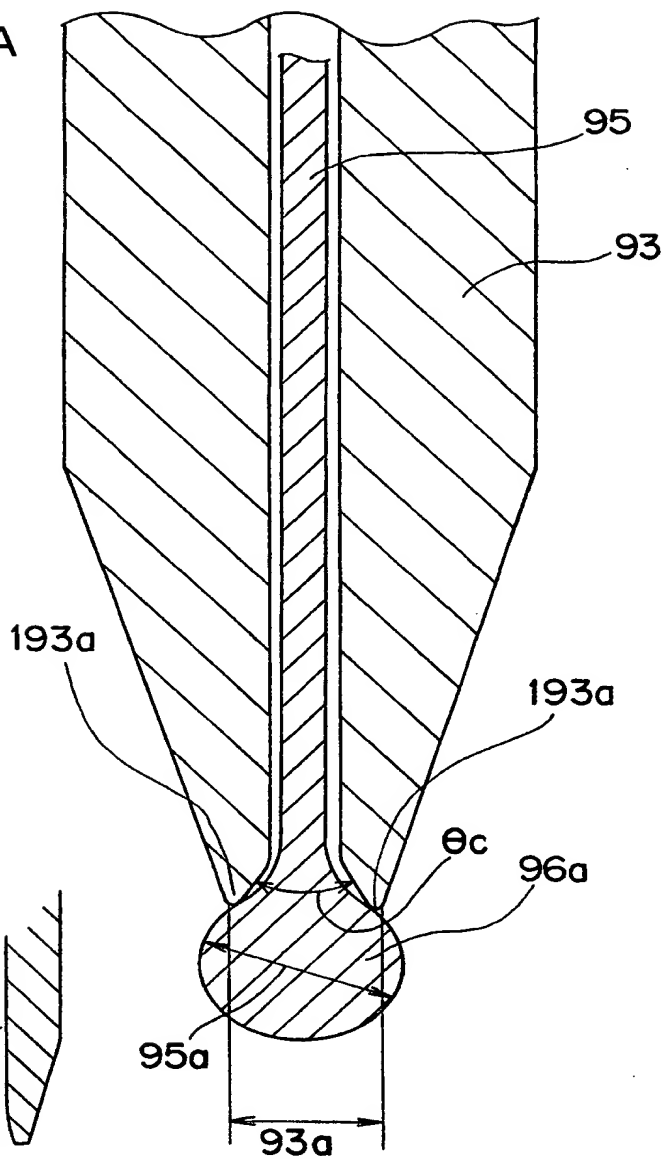


図 47 C

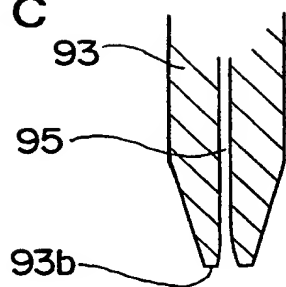


図 47 D

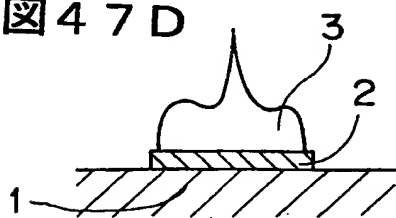
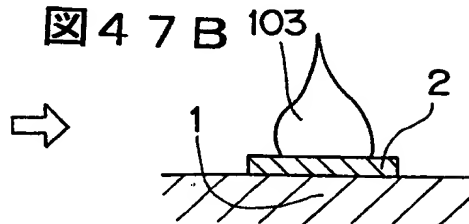


図 47 B



40/56

図 48 A

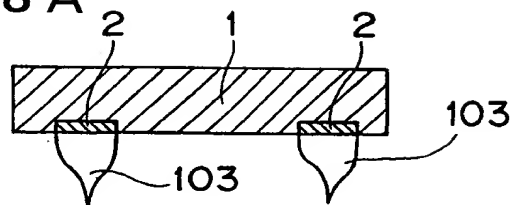


図 48 B

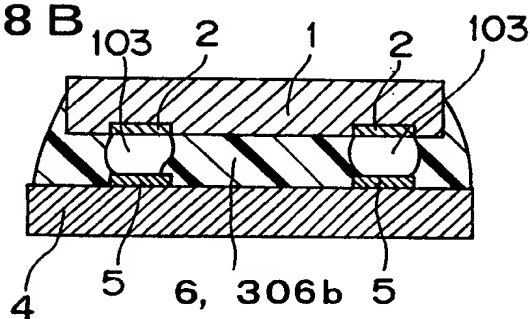


図 48 C

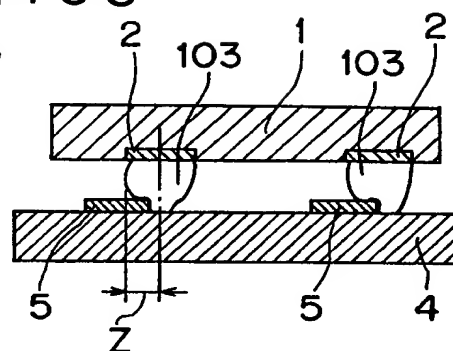


図 48 D

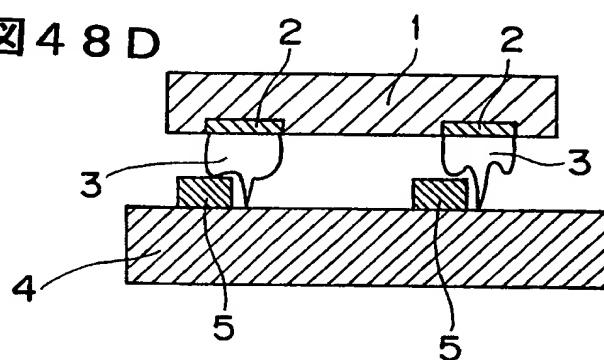
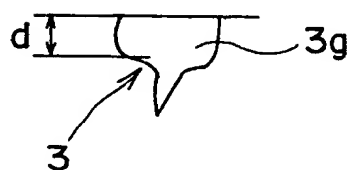


図 48 E



42/56

図50

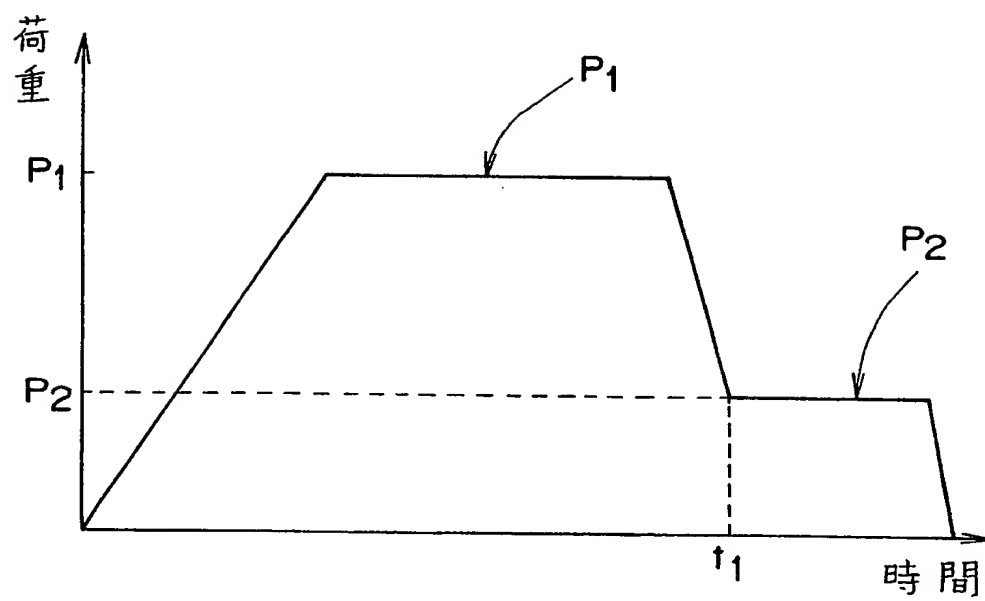


図51A

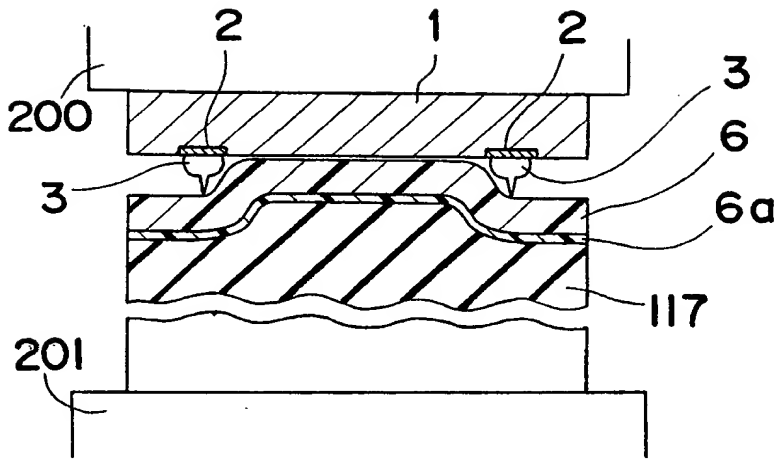
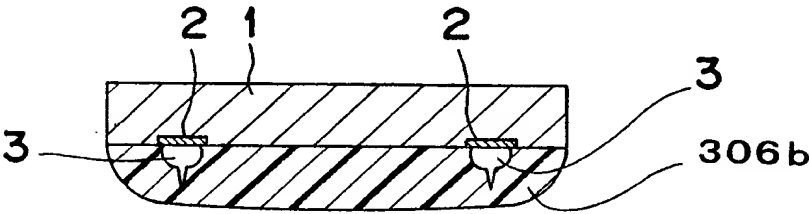


図51B



44/56

図5 2

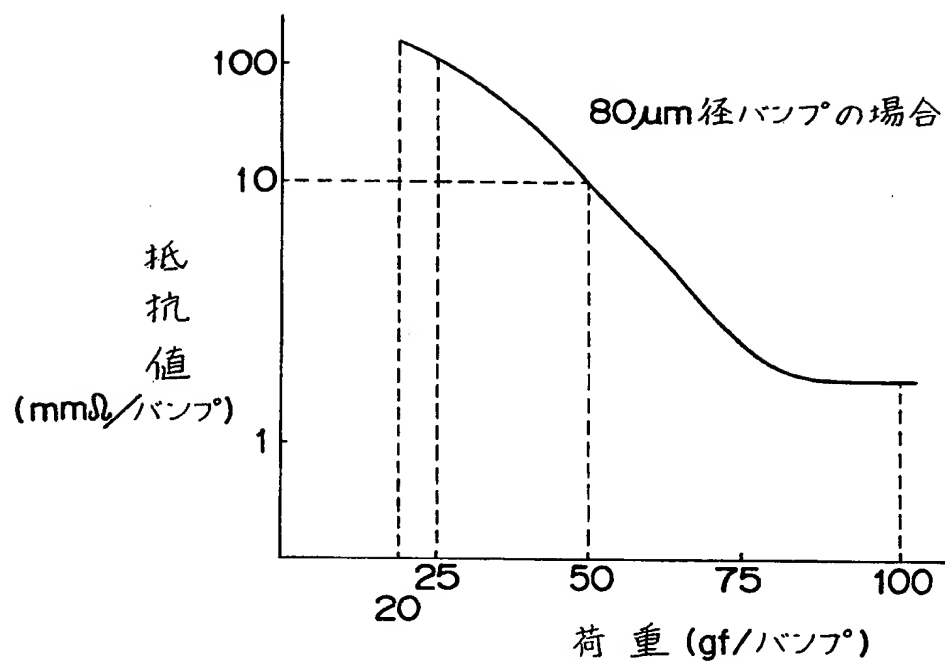
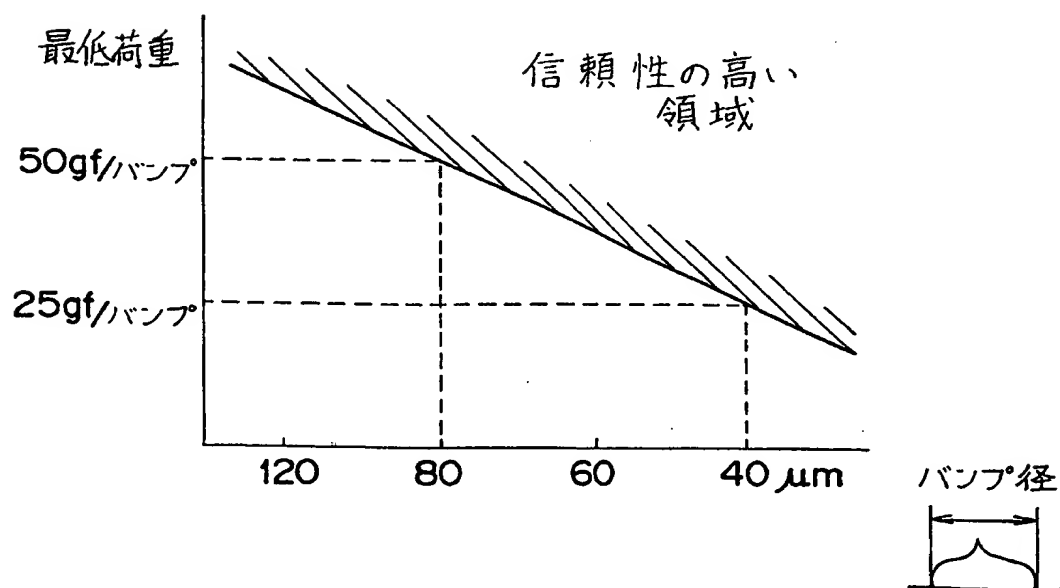


図5 3



45/56

図54

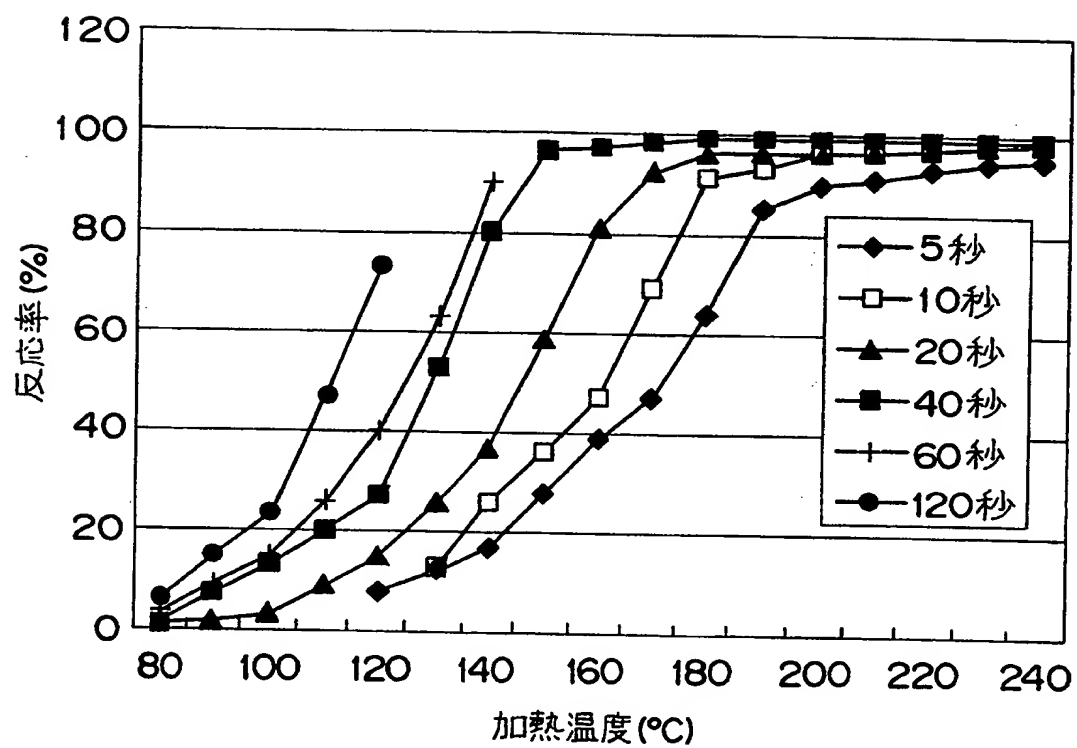


図 5 5

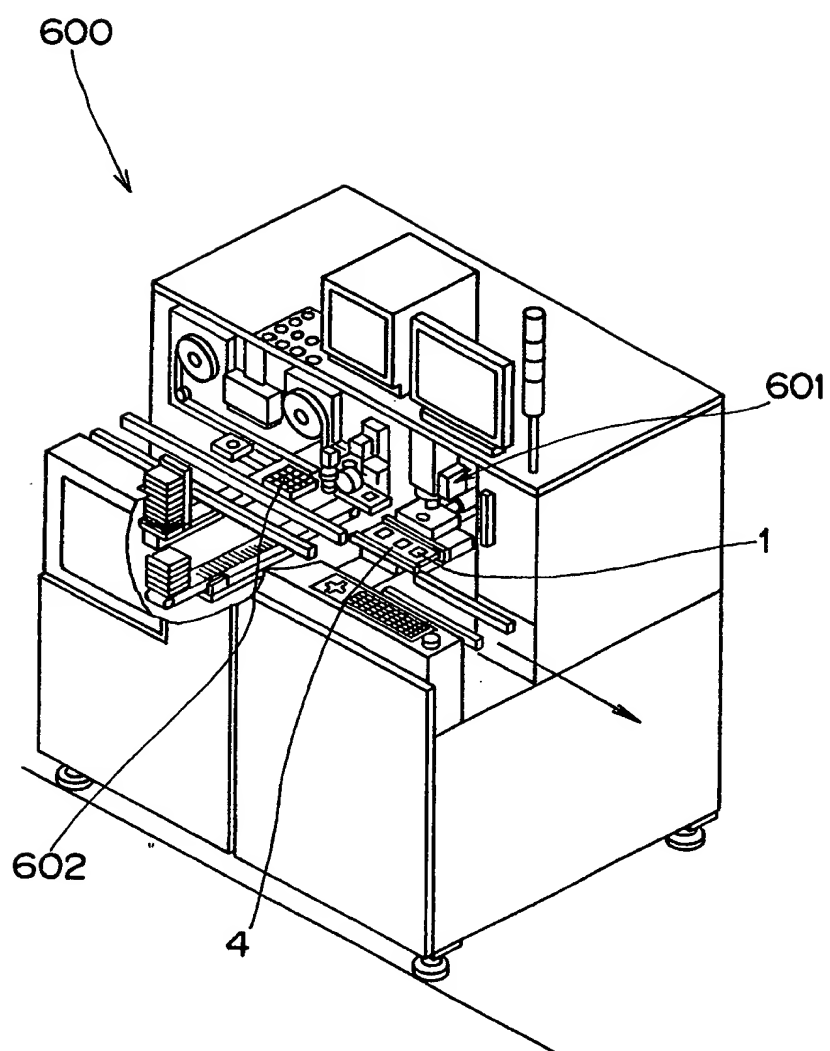


図 56 A

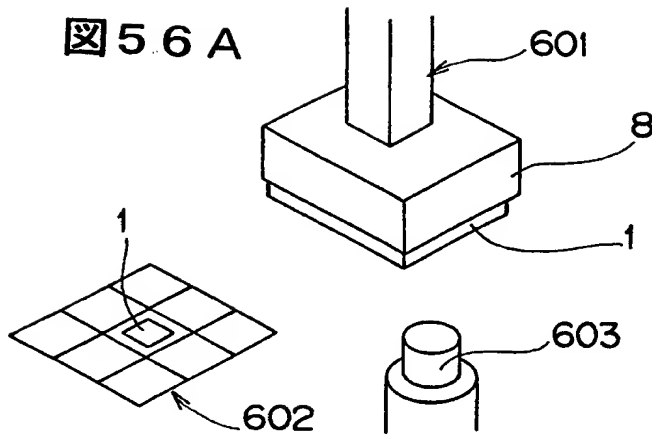


図 56 B

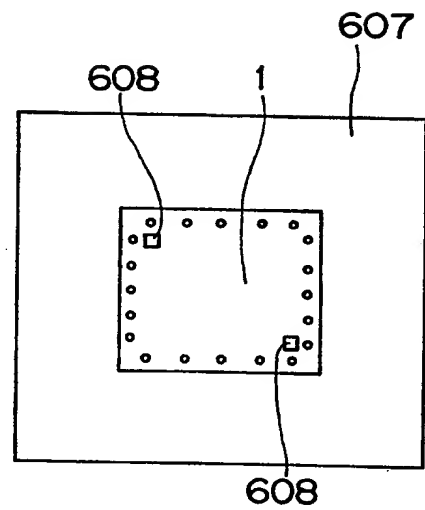


図 56 C

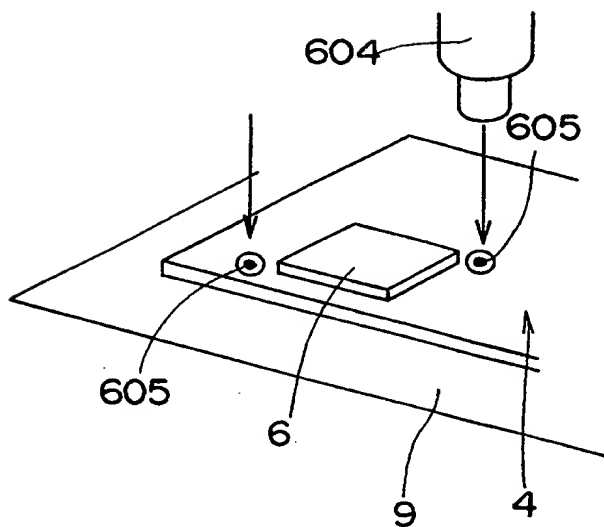
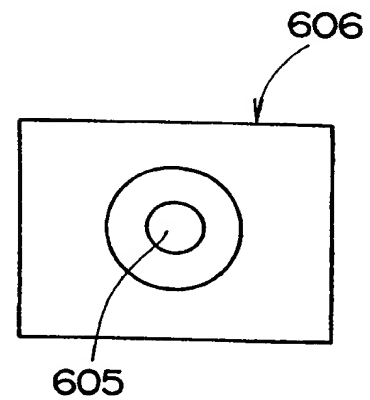


図 56 D



48/56

図 5 7

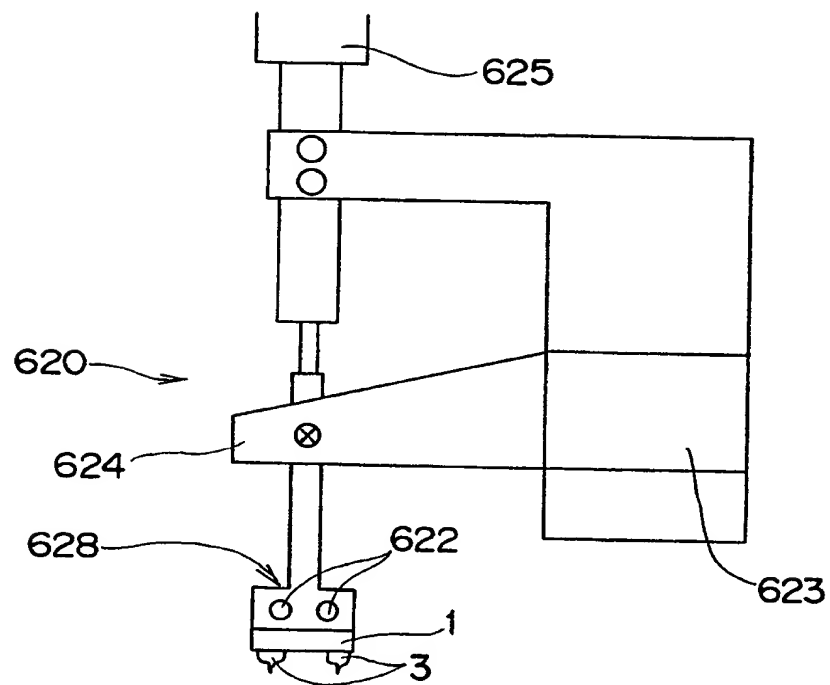


図 5 8

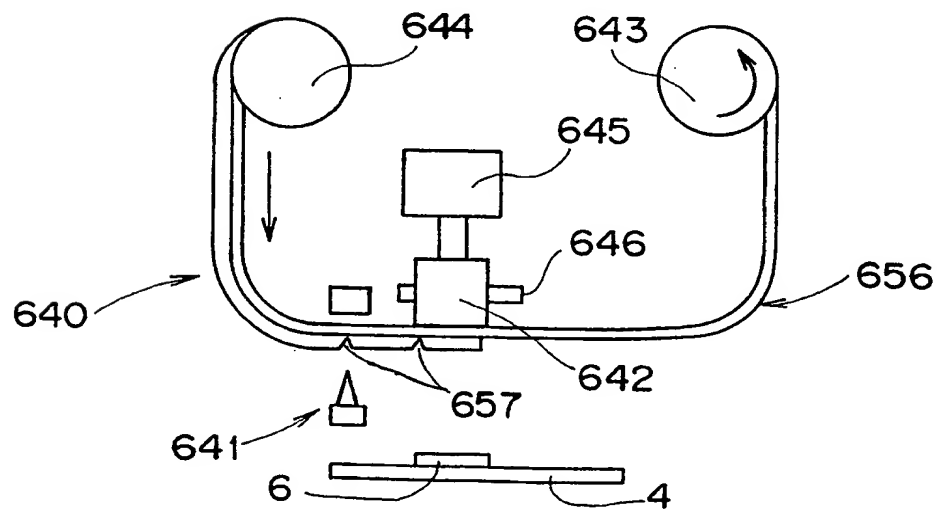


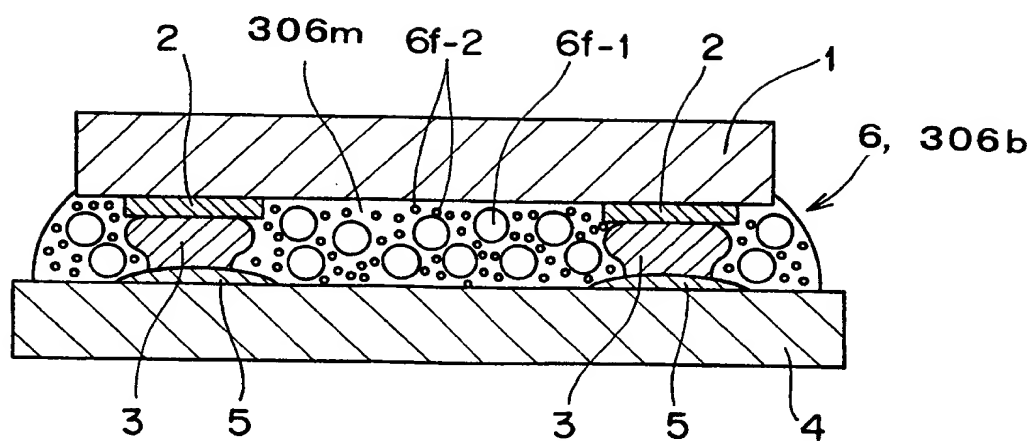
图 59A



図 59B



图 60



50/56

図6 1

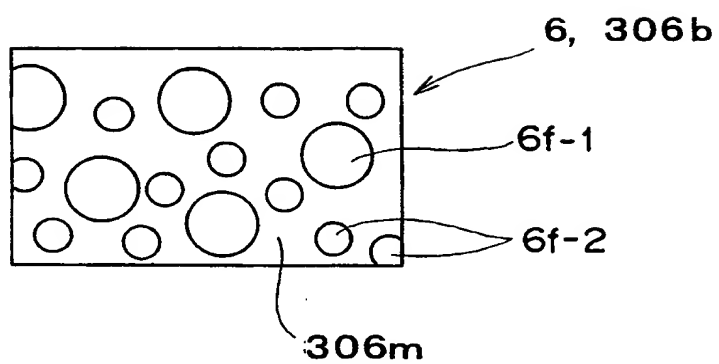
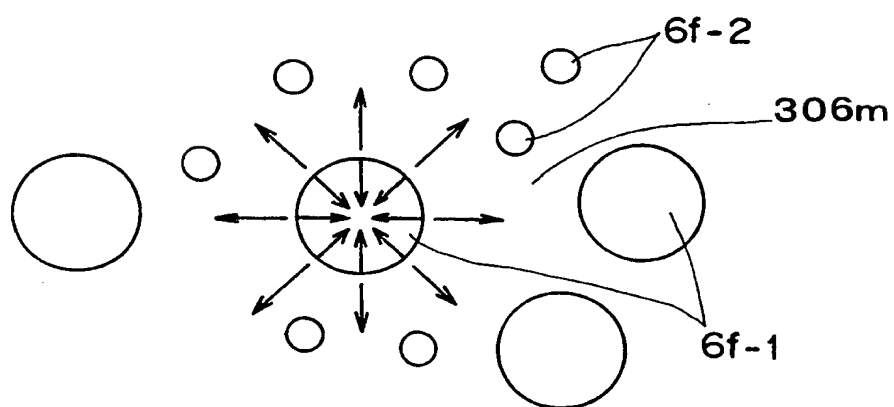
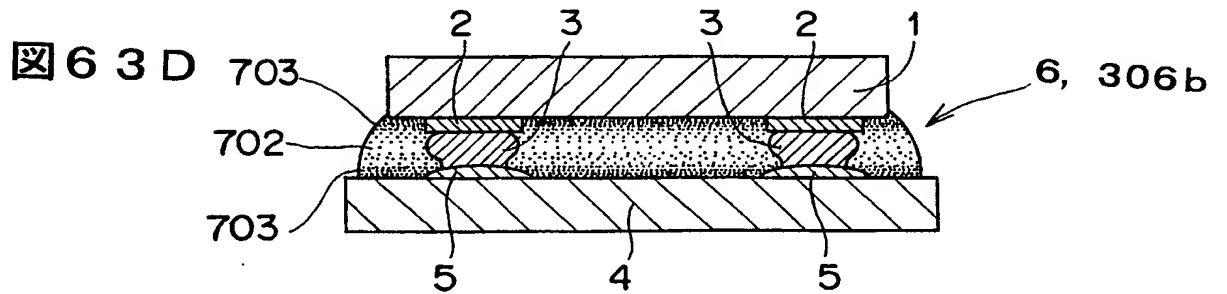
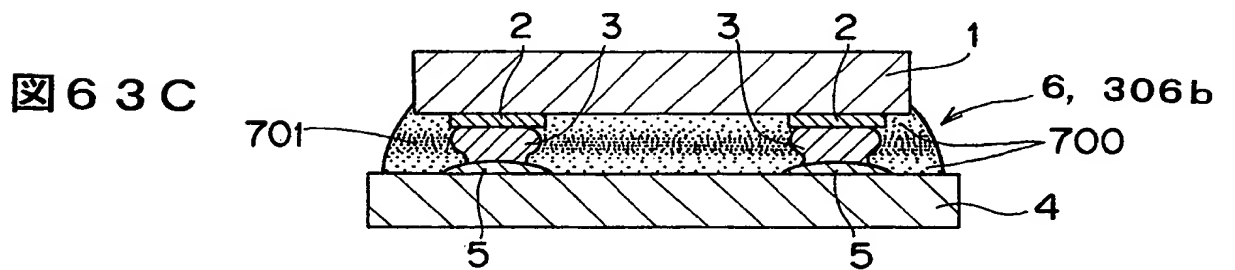
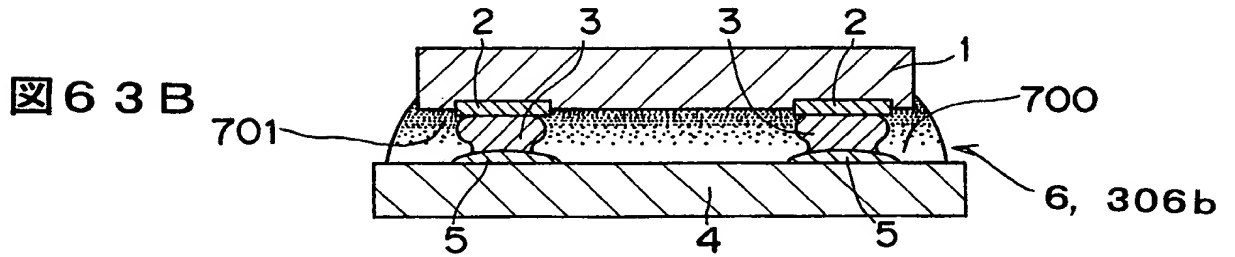
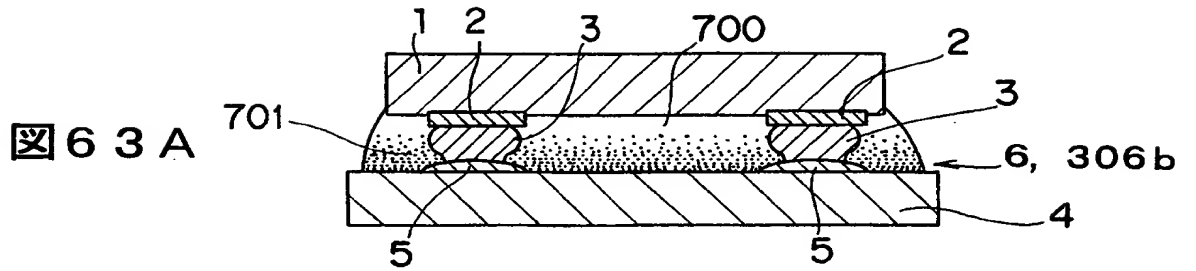
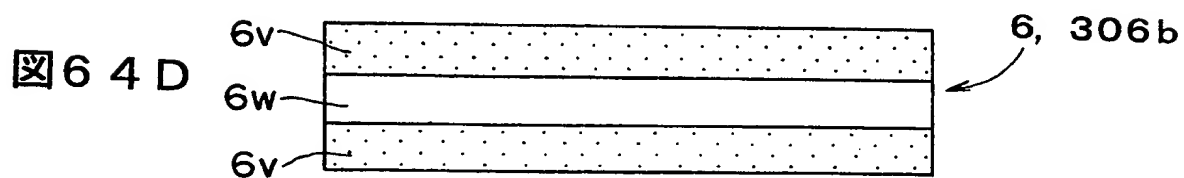
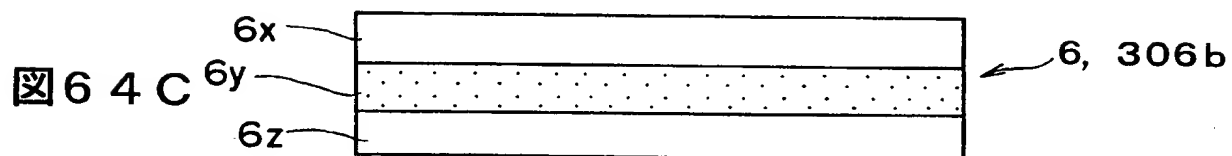
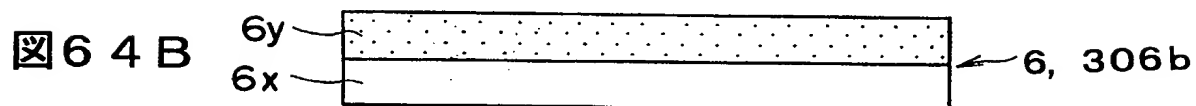
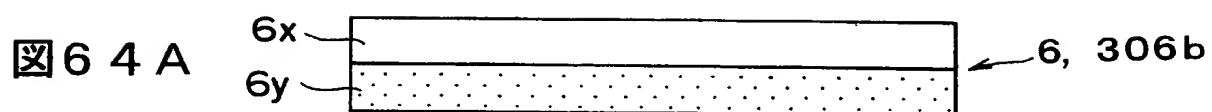


図6 2



51/56







53/56

図 6 5

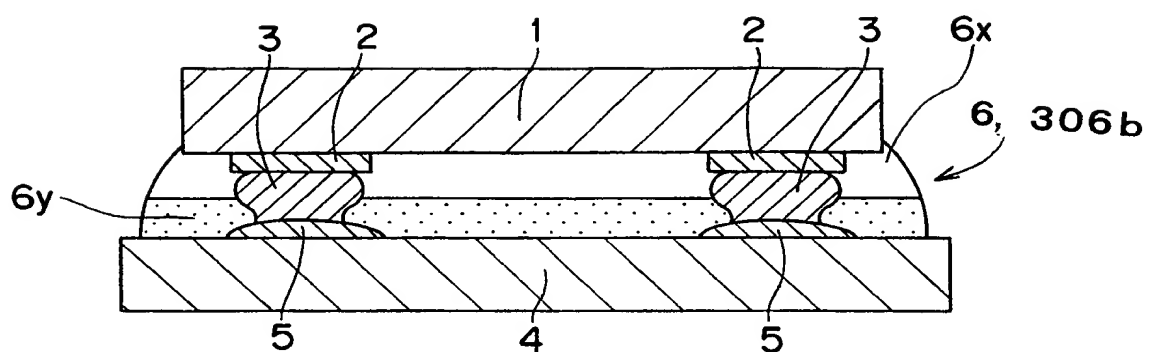
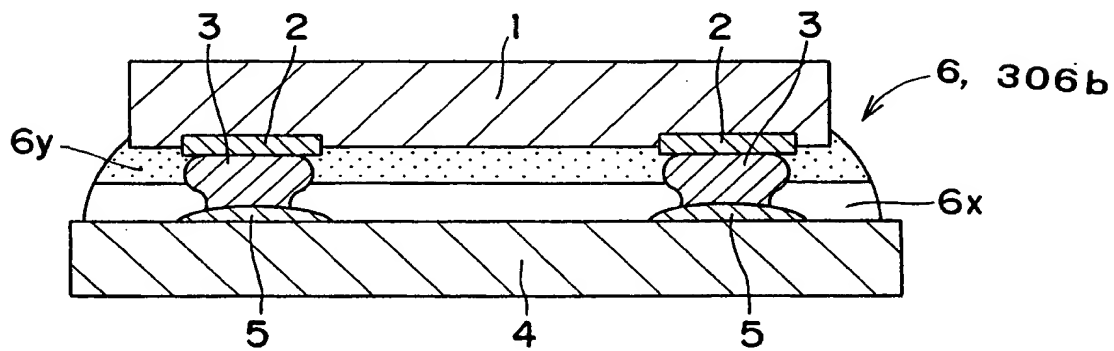
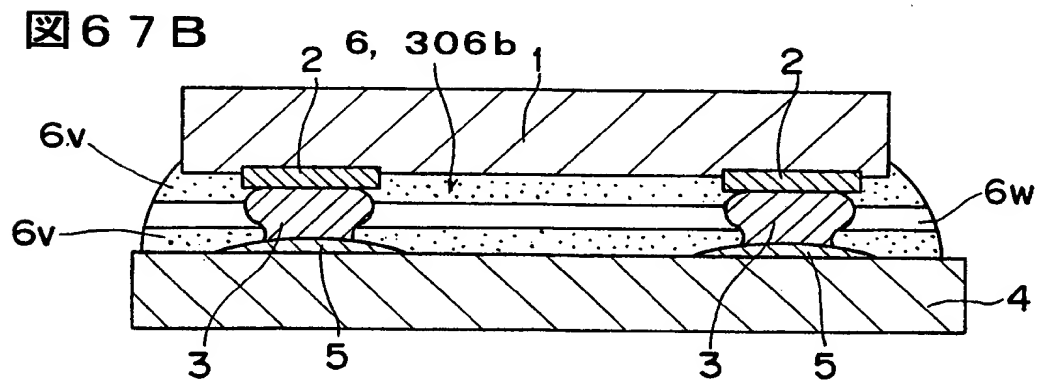
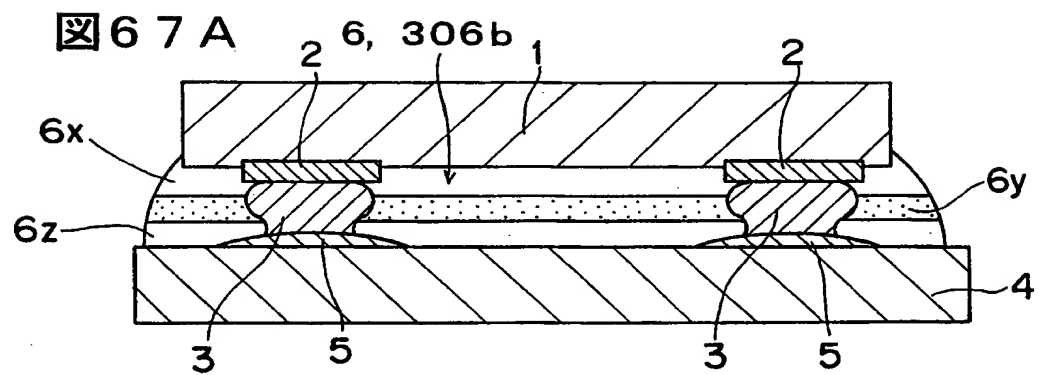


図 6 6



54/56



55/56

図 6 8 A

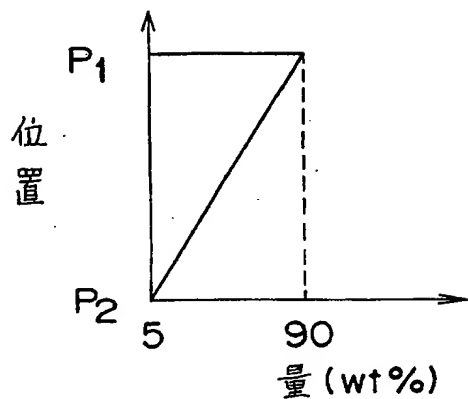


図 6 8 B

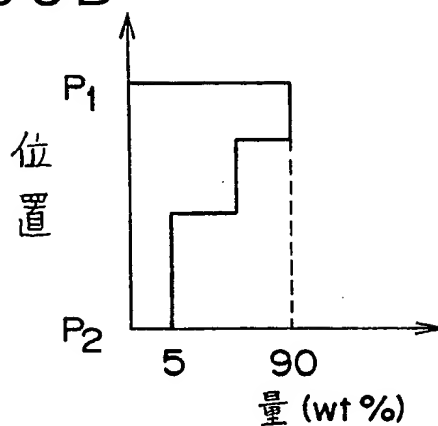


図 6 8 C

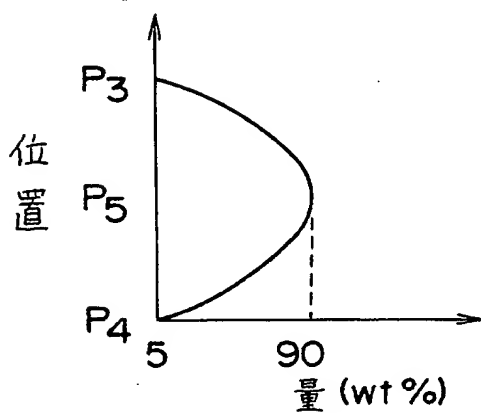


図 6 8 D

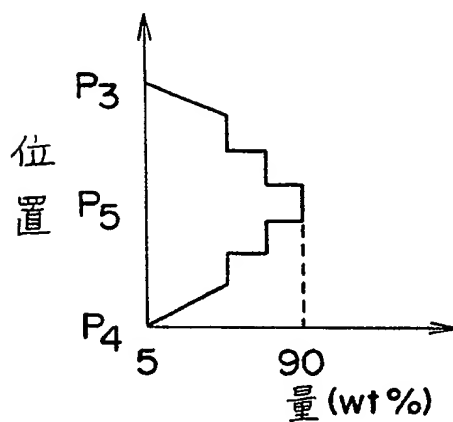


図 6 8 E

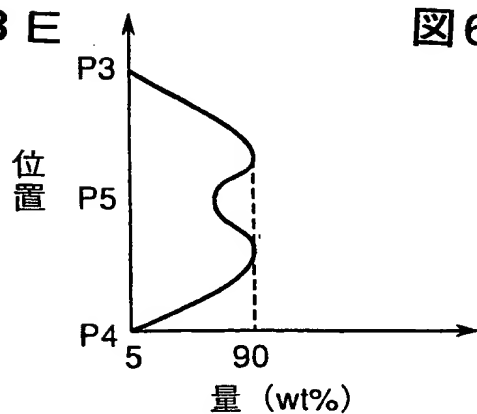


図 6 8 F

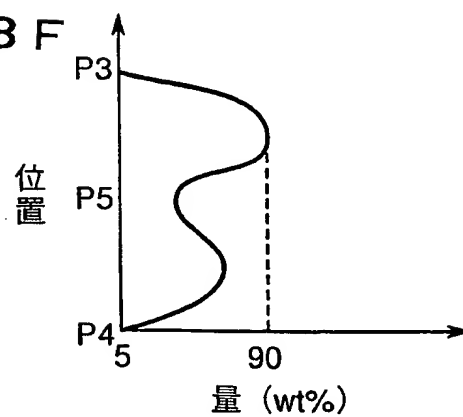


図 69

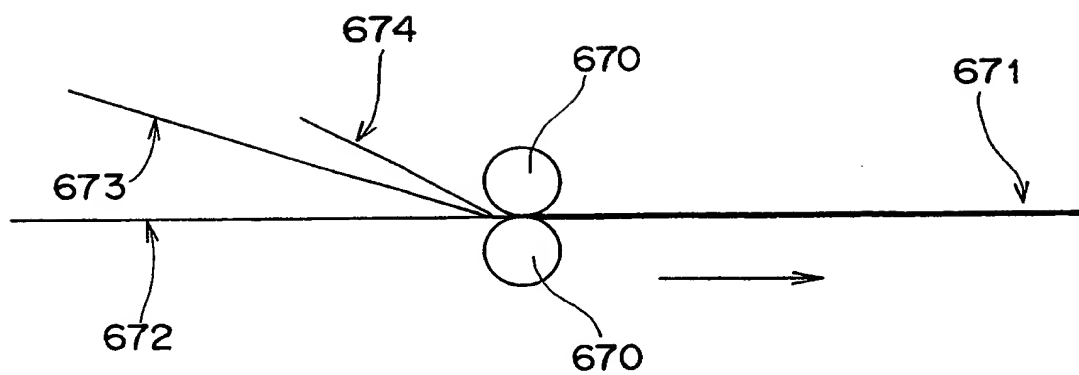
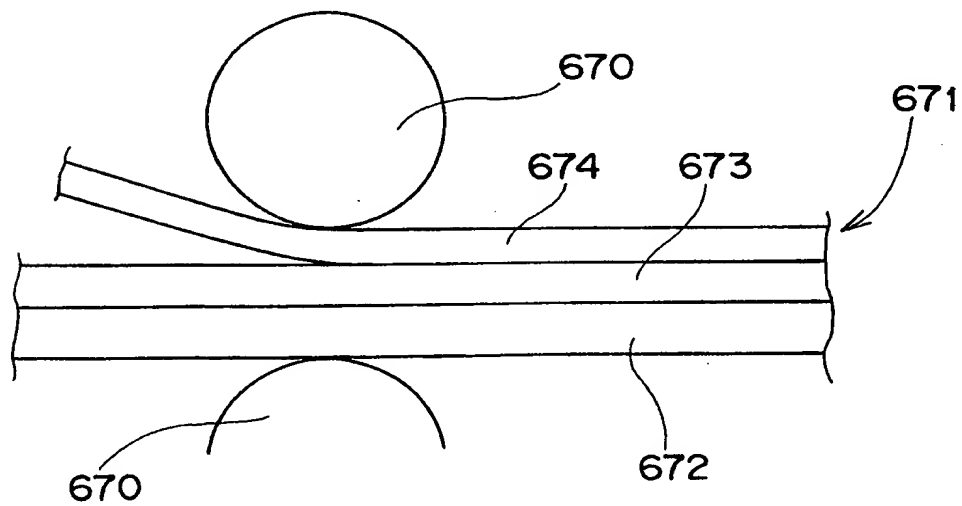


図 70





62

.

.

.